

*image
not
available*

12. 11. 11

2. 2. 93

242
111

OPERE

DEL CONTE

JACOPO RICCATI

NOBILE TREVIGIANO

Tomo Secondo.



G. C. C. C.

IN LUCCA MDCCLXII.

APPRESSO JACOPO GIUSTI.
CON LICENZA DE SUPERIORI.



• • • • •

• • • • •

• • • • •

• • • • •

• • • • •

• • • • •

• • • • •

• • • • •

DEI PRINCIPI,
E DEI METODI
DELLA FISICA.

P R E F A Z I O N E

D E L L' E D I T O R E.

MAravigliosa cosa si è, che in un Secolo tanto illuminato, nel quale parecchi Matematici di prima sfera anno scritto degli eccellenti Trattati di Fisica, il Co: Jacopo sia stato il primo, ch'abbia di proposito versato intorno ai Principj, ed ai Metodi, ch'aprono l'adito ad una Scienza così sublime. Concepi egli l'utilissima idea nel mese di Settembre dell'anno 1739, ed avendola il Co: Giordano suo Figlio comunicata al Fratello Padre Vincenzo della Compagnia di Gesù, l'applaudi sommamente, ed in cotal guisa s'esprese. „Dell'intrapresa, a cui mi dite aver il Sig.^a nostro „Padre già posta mano, io ho preso molto piacere; perciocchè la giudico utile, e necessaria: necessaria, perchè i Filosofi e di quà, e di là dai monti si persuadono per la maggior parte di battere il buon sentiero, mentre non fanno „altro, che fabbricare o sopra qualche immaginazione d'un „uomo di credito, o sopra qualche ipotesi, che in qualche „maniera sia valevole a spiegare parecchi esperimenti, che „anno in veduta: utile, perchè spero, che in essa si additerà „a quale scopo diriggere si debbano gli esperimenti, e le meditazioni per avanzare quelle cognizioni, che abbiamo, e „di-

„discoprire nuove verità insuperabili a chi è stato avanti di noi,„. Inanimito vie più il nostro Autore continuò con maggior calore l'opera incominciata, e per il corso di dodici anni impiegò intorno ad essa i suoi studj.

In questo spazio per altro interruppe più volte il lavoro, e perchè seguì a coltivare la corrispondenza co' Letterati suoi amici, e particolarmente col celebre Sig.^r Michele Lazari in materia di erudizione; e perchè l'anno 1743. compose alcune Riflessioni fisiche intorno l'anima unita al corpo, e l'anno 1747. la Tragedia del Baldassare, che si stamperanno nel quarto Tomo; e perchè finalmente dal 1745. sino al 1748. si occupò tratto tratto ad esaminare il Tomo secondo allora non ancor pubblicato delle Istituzioni Analitiche della rinomatissima Sig.^{ra} Co: D. Maria Gaetana Agnesi, che gli avea di ciò fatta istanza. Molta distrazione pure gli recarono varj successi alla sua Famiglia spettanti; imperciocchè essendo passato a miglior vita li 18. Marzo 1744. nella immatura età d'anni 22. il Co: Agostino suo minor Figliuolo, che avea destinato a dar successione alla Casa, trasferenato dopo qualche mese il dolore d'una tal perdita, prese risoluzione d'ammogliare il Co: Francesco, il quale l'anno seguente si congiunse in matrimonio con Margherita Eleonora Figlia del Co: Francesco Moniaco di Valvasone, e di Argentina de' Marchesi Ridolfi di Firenze.

Non so precisamente quando il Co: Jacopo ripigliasse l'Opera intralasciata, insegnandomi solo una lettera della lodata Contessa Agnesi in data de' 20. Marzo 1748., che in quel tempo era inteso a far uso delle sue scoperte astronomiche, recandole in esempio del metodo, per cui si traducono i fenomeni fisici alle appropriate ragioni geometriche. Rendendosi frattanto sempre più gravi le invecchiate indisposizioni della Contessa Elisabetta d'Onigo sua Moglie, non gli lasciarono queste chetamente continuare le geniali sue applicazio-

ni

ni, le quali restarono totalmente intermesse per la gravissima perdita, ch'ei ne fece il terzo giorno d'Ottobre dell'anno 1749., dopo aver passati unito ad essa 53. anni con perfetta concordia. In tale lagrimevole incontro sperimentò sommamente profittevoli le massime di filosofica cristiana morale, che aveva sempremai coltivate colla mente, e coll'opere. Superaro l'empito del giusto dolore, per passare con intera tranquillità il restante de' giorni suoi, scrisse il testamento di propria mano, ed a' 13. di Dicembre dell'anno stesso a Trivigi si tramutò.

Non si può credere quanto abbia scritto ne' quattro anni, ed a'trentanti mesi, che gli rimaser di vita. Rivolto incontanente l'animo all'Opera, di cui parlo, incominciò dal premetterle una dotta Prefazione, in cui dopo aver narrato succintamente la divisione in tre libri, ed il loro argomento, trattando il primo de' principj generali, il secondo de' particolari, ed il terzo dei metodi della Fisica, si fa strada ad assegnare le chiare note, che distinguono la verità dalla falsità, e dalla verosimiglianza. In meno di due anni, cioè a dire fino al Settembre del 1751. ridusse i due primi libri a buon grado di perfezione, riformando quà, e là varj capitoli, ed aggiungendone molti. Non dissimulerò frattanto, che se gli avesse sottoposti all'ultima lima, avrebbe in essi fatto delle notabili mutazioni, ed accrescimenti. Di molto maggior lavoro aveva il libro terzo bisogno, e già s'era accinto all'impresa, modificando il capitolo delle ipotesi, e componendone di nuovo due intorno gli esperimenti, ed il loro buon uso. Se non che essendogli sorta nella seconda mente l'idea di stendere alquante Dissertazioni, colle quali avea in animo di dare un Saggio intorno il Sistema dell' Universo, concepì tale amore per questo ult mo parto dell'ingegno suo, che crescendo gli massimamente la materia tra mano, pose in un totale abbandono i Principj, ed i Metodi della Fisica. Rima-

fe

se adunque il terzo libro imperfetto, non essendo compiuto il capitolo nono, potendosi ragionevolmente sospettare, che in più d'uno non sia la materia interamente esaurita, e non trovandosi fatta menzione, o appena accennandosi alcuni metodi, ai quali sappiamo, che aveva il suo capitolo destinato. Nomina soltanto il metodo della Esclusione nel capitolo undecimo, ove tratta delle Ipotesi; e del metodo dei Limiti sommamente alla Fisica profittevole ne dà un semplice tocco nel capitolo ottavo. Ma d'un tal metodo ne ha parlato l'Autore nell'annotazione al capitolo sesto del primo libro del Saggio, e quindi le cose ivi scritte possono supplire alla presente mancanza.

Introdusse il Co: Jacopo in questa sua Opera parecchie specolazioni anteriori di tempo all'anno 1739., in cui diede ad essa cominciamento. Verso l'anno 1736. coll'occasione, che il Co: Giordano suo Figlio attendeva a perfezionare la teorica dei musici temperamenti, fece la bella, ed originale scoperta, che l'universalità delle cose da un sistema temperato vien regolata. Su tale argomento è fondato il capitolo quarto del Libro secondo, come altresì il capitolo primo del Saggio intorno il Sistema dell'Univerfo; essendo per altro nei luoghi citati la stessa materia trattata con metodo diverso, e con varietà di pensamenti, e di riflessioni.

La soluzione d'un dubbio dal chiarissimo Padre D. Ramiro Rampinelli al nostro Autore richiesta li 5. di Gennajo dell'anno 1729. gli diede motivo d'internarsi nella teorica della comunicazione dei moti. Si maravigliava il nominato Padre come i Leibniziani, ed i Cartesiani dalle diverse leggi, onde misurano le forze vive, ne deducevano gli stessi canoni, che alla comunicazione dei movimenti servono di regola. Pochi il Co: Jacopo a meditare su cotai punto, gli venne fatto di afferrare un metodo, col mezzo del quale pervenne alle note leggi della comunicazione dei moti fra i corpi molli sen-

za adottare qualsivoglia massima, che da taluna delle filosofie che Sette gli potesse essere contrastata.

Inoltrandosi poscia ne' suoi divisamenti, gli si aprì l'adito a dimostrare l'importantissima verità, che i canoni fondamentali, e secondarj, che prescrivono le regole ai moti comunicati, alle forze vive, e morte, ed alle continuamente applicate, ed in una parola, che le leggi dinamiche non sono di scelta, ma di precisa inalterabile necessità.

Dappoichè gli riuscì di provare non esser possibile qualunque altra legge di forze vive, trattane la scoperta dal Leibnizio, proseguì l'intrapreso cammino, e se ne servì nell'investigare le comunicazioni dei movimenti tra i corpi di squisita virtù di molla forniti. Per soddisfare al quisto prese in prestanza un elegante artificio dall'acutissimo Sig.^r Jacopo Ermanno, che lo condusse speditamente alla meta.

Quantunque provate necessarie le leggi, che dirigono la comunicazione del moto fra i corpi molli, non possa mettersi in dubbio, che necessarie parimente non sieno quelle, che riguardano i corpi elastici; pure stimò espediente l'Autore di accomodare il metodo, che avea posto in opera, alla supposizione, che la forza viva d'un corpo in moto sia in ragione composta, semplice delle masse, e moltiplicata delle celerità. Per questa strada ottenne felicemente di scoprire i fisici assurdi, che portano seco tutti quei canoni di forze vive, nei quali l'esponente della velocità ad un numero impari s'eguaglia.

Le cose, che in riguardo alla comunicazione dei moti ho esposte succintamente; gli somministrarono la materia per formare i quattro ultimi capitoli del libro secondo.

Altri peregrini pensieri coltivò pure il Co: Jacopo intorno la comunicazione dei movimenti, i quali sono contenuti in due dissertazioni, che si leggeranno nel terzo Tomo, riferbandomi di farne a suo luogo opportunamente parola.

Tom. II. Opere Ricc.

B

IN-

11

I N D I C E

DEI LIBRI, E DE' CAPITOLI.

I N T R O D U Z I O N E .

L I B R O P R I M O .

De' Principj Generali della Fisica .

P R E F A Z I O N E .

C A P. I.

Della Fisica in generale .

C A P. II.

D' un Assioma comune a tutti gli antichi Fisici .

C A P. III.

Del possibile, e dell' impossibile .

C A P. IV.

Proseguimento del soggetto intorno al possibile, ed impossibile .

C A P. V.

Dell' Indifferenza .

C A P. VI.

Della proporzione fra le cagioni, e gli effetti .

C A P. VII.

De' Principj Newtoniani .

C A P. VIII.

Della terza Legge Newtoniana .

B 2

C A P.

C A P. IX.

Si prosegue il soggetto delle azioni, e delle reazioni.

C A P. X.

D'alcuni Principj Leibniziani.

C A P. XI.

Della Continuità, e dell'Indiscernevole.

C A P. XII.

Della Semplicità.

C A P. XIII.

Della scelta dell'Ottimo.

C A P. XIV.

Dell'Uniformità.

C A P. XV.

Proseguimento della stessa materia intorno il principio dell'Uniformità.

C A P. XVI.

Della Probabilità.

C A P. XVII.

Si prosegue il discorso della Probabilità.

C A P. XVIII.

Dell'uso della Probabilità.

C A P. XIX.

Delle cause finali.

C A P.

C A P. XX.

Dell' Induzione.

C A P. XXI.

Dell' Analogia.

C A P. XXII.

Delle tre regole Newtoniane.

LIBRO SECONDO.

Dei Principj particolari della Fisica.

C A P. I.

Qual cosa sia la materia.

C A P. II.

Della divisibilità della materia.

C A P. III.

Che non perviene fuo al punto la divisibilità della materia.

C A P. IV.

Che l' universalità delle cose è regolata da un sistema temperato;

C A P. V.

Dell' impenetrabilità, e dell' inerzia della materia.

C A P. VI.

Si continua a ragionar dell' inerzia.

C A P. VII.

Della durezza.

C A P.

C A P. VIII.

Esami delle sentenze de' Fisici intorno la durezza.

C A P. IX.

Della natura, e della consistenza de' primordiali elementi.

C A P. X.

Del vuoto.

C A P. XI.

Della velocità.

C A P. XII.

Si prosegue a discorrere della velocità.

C A P. XIII.

Delle potenze, e delle azioni.

C A P. XIV.

Degli equilibrij.

C A P. XV.

Della composizione, e della risoluzione delle potenze.

C A P. XVI.

Si prosegue a parlare della composizione, e della risoluzione delle potenze.

C A P. XVII.

Della conservazione della forza.

C A P. XVIII.

Della comunicazione del moto fra i corpi molli.

C A P.

C A P. XIX.

Si profignisce a parlare della comunicazione del moto fra i corpi molli, e si prova, che le leggi in essa dalla natura impiegate non sono di scelta, ma di necessità.

C A P. XX.

Della comunicazione del moto fra i corpi perfettamente elastici.

C A P. XXI.

Si esamina se con altre leggi sia possibile la comunicazione del moto tra i corpi elastici.

LIBRO TERZO.

Dei Metodi della Fisica.

C A P. I.

Dei Metodi degli Antichi.

C A P. II.

Dell'Analisi.

C A P. III.

Della Sintesi.

C A P. IV.

Degli Sperimenti.

C A P. V.

Del buon uso degli esperimenti.

C A P. VI.

Della deduzione all'affurdo.

C A P.

C A P. VII.

Dell' applicazione della Geometria, e dell' Analisi alla Fisica.

C A P. VIII.

Degli elementi, ch' entrano ne' producimenti degli effetti naturali.

C A P. IX.

Proseguimento della medesima materia.

C A P. X.

Del metodo, per cui si traducono i fenomeni fisici alle appropriate ragioni geometriche.

C A P. XI.

Delle Ipotesi.

T R E.

P R E F A Z I O N E.

A Vendo io a porre in fronte di questa mia Opera una prefazione non seguirò lo stile comune di ristriñgere in compendio tutto ciò, che in essa contienfi. L'ordine, ed i titoli de' capi soddisferanno alla curiosità de' Lettori: ed è pur troppo invalso il costume, che molti, i quali fanno professione di Letterati, in vece di leggere attentamente i Volumi, che alla giornata escono alla luce, si compiacciono di dare una scorsa ai preamboli, ed agli estratti, che compariscono ne' Giornali. Sappiasi, che io prendo di mira la Fisica, scienza oltremodo sublime, e difficile, e mi accingo ad esaminare i principj, su cui si fonda, ed i metodi, de' quali si serve. Il mio Trattato è partito in tre libri: nel primo ragiono de' principj generali, che attesa la loro vasta estensione, frequentissimamente vengono ad uso: nel secondo de' particolari; i quali, siccome tanti luoghi risoluti, stanno di mezzo tra le massime elementari, e le speciali quistioni: nel terzo metto in considerazione i varj metodi, che ci fanno scorta nelle naturali ricerche. Sopra tutto bramerei, che que' Valentuomini, i quali si mantengono immuni dall'opinare, e dai pregiudicj di qualunque Filosofica Setta vecchia, o moderna, se mai capitassero loro anzi gli occhj le mie sievoli meditazioni, si fermassero alquanto ad esaminare una mia novella scoperta: ed è, che nella struttura del presente Universo l'Autore Sapientissimo della Natura ha prescelto un Sistema temperato per cui non escono dai confini del finito, nè la quantità, nè la divisione della Materia. Se io mi sono ben apposto, la Fisica piglia un miglior aspetto, e se per avventura m'inganno, ho piacere d'esser tratto d'errore.

Tom. II. Opere Ricc.

C

Qui

Quà la mia prefazione sarebbe compiuta; se non che dividendo io di non diungarmi, per quanto possono le mie forze, dalla Verità; egli è d'uopo, che la dipinga coi colori vivi, che all'intelletto la rendon visibile, ed assegni le chiare note, che la distinguono dalla falsità, e dalla verosimiglianza: altrimenti o il Lettore resterebbe irresoluto, e sospeso tra il certo, ed il probabile; o pure dovrei di tempo in tempo volgermi indietro, e mostrare a dito le prime sorgenti del vero. Per liberarmi dagli episodj, e continuare i miei viaggi senza interrompimenti, ho meco stesso deliberato di poggiare fino all'origine delle idee, e d'internarmi ne' principj fermi, ed incontrastabili dell'umano sapere, e massime in quelli, che più da vicino alla scienza della Natura appartengono. Così procurerò, se pure mi verrà fatto, di sgombrare dalle menti altrui la densa nebbia delle perplessità, che tratto tratto le offusca, e bene spesso le accieca.

I.

Convengono unanimamente i Filosofi, che la Verità, in quanto limpida, e chiara è concepita dagli uomini, non vada mai disgiunta dalla certezza, nè tampoco da qualche sorta di evidenza. Accadrà sovente, che taluno o a caso, o mosso da un forte indizio proferisca una proposizione in se stessa vera, ma siccome apertamente vera da lui non per anco conosciuta; perchè non ha lume bastante per dileguare ogni ombra di dubbietà. Di due asserzioni direttamente contraddittorie una si è necessariamente vera, e l'altra falsa; e pure quante volte interviene, che stando l'intelletto in bilancia, non può porgere nè all'una, nè all'altra un sicuro assenso. E se per avventura pigliamo il partito di determinarci, non si genera in noi la Scienza, ma l'opinione, che ora si accoppia col vero, ed ora col falso.

Conone Matematico Egizio famoso per aver aggiunta alle stelle fisse una novella costellazione, e per aver collocata in Cielo la chioma di Berenice, si credette, e si appose al vero, che l'area d'un cerchio fosse uguale a quella d'un triangolo rettangolo, il quale avesse per base la periferia, e per cateto il raggio del medesimo circolo. I Geometri, che delle conghietture più plausibili appagarli non sogliono, anno tenuto in sospeso il loro giudizio fin a tanto che il Siracusano Archimede, trovato l'artificio di combinare il retto col curvo, ha sollevato con una rigorosa dimostrazione il premesso Teorema ad un grado incontrastabile di evidenza.

II.

II.

Non si vuol negare, che alle volte siamo affascinati da una evidenza spuria, e bugiarda, che ci si presenta sotto l'aspetto di verità, per guisa, che con tutta l'attenzione, che vi si adopra, non arriva la mente a spogliarsi de' pregiudizj, e sugli obbietti de' nostri divisamenti un lume falso si spande, che in iscambio di rischiararci, ci abbaglia. I Matematici stessi cadono sovente in paralogismi, e ne abbiamo frequenti gli esempi; insinuandosi di soppiatto gli sbagli, e gli equivoci velati da dimostrazioni apparenti, che si reputano legittime, ed invincibili. Nelle altre discipline poi, e particolarmente nella Fisica, dove maggiormente signoreggia l'incertezza, sono assai più sparsi gli errori, e di più lunga durata: a tal che ad ogni passo s'incontrano perplessità, e sorgono dispareri, e contrasti, i quali dovrebbero ammonirci della nostra debolezza, e tener in freno le nostre precipitate decisioni.

Conciosiachè ai giorni nostri tutto cammina alla foggia, si è introdotta una nuova maniera di filosofare, e molti si lusingano di non discostarsi mai dalla Verità, quantunque volte procedono per via di lemmi, di teoremi, di corollarij, e di scolj; ovvero si vagliono delle note, e dell'equazioni dell'Algebra. Il metodo geometrico, ed analitico è bello, e buono, ma frequentemente si pecca nell'applicarlo; imperocchè non sempre ci va fatto di associarlo colla certezza, e colla evidenza, e le proposizioni, che si tenta di stabilire, non dipendono in conto alcuno dal modo artificioso, con cui si propongono, ma bensì dalla chiarezza de' principj, e dal vigore dei raziocinj. Io ne desumo la prova dall'osservare, che parecchi Autori, cui piace di battere questa strada, vanno bene spesso a terminare, non dove guidarli dovrebbe il filo di un retro discorso; ma piuttosto verso dove sono spinti dalle loro invecchiate preoccupazioni.

Me ne somministra l'esempio il celebratissimo Cristiano VVolfo, il quale con una spezie di macchina filosofica atta a sciogliere ogni nodo, dopo un grande apparato di cose, e dopo una farragine d'illazioni, ricade sempre mai nelle sentenze Leibiniziane: quasi che il Leibinizio, uomo per altro sommo, cui pochissimi stanno a petto, fosse dotato del pregio della infallibilità.

Anche i Peripatetici incamminati per un diverso sentiero, ed avidamente abbracciando

*Quicquid Aristoteles partitus membra loquendi
Argumentoris dat retia syllogismus,*

giusta l'espressione di Sidonio Apollinare, si sono inutilmente perduti dietro i modi di sillogizzare con detrimento delle Scienze; conciossiachè rado si sbaglia nella forma degli argomenti, e spesso nella materia.

III.

Dalle accennate ambiguità an preso coraggio i nuovi Accademici di negare i criterj del vero, e del falso, ammettendo soltanto quelli, per cui si discerne il più dal manco probabile: sebbene Pirrone parlando coerentemente alle massime fondamentali della Setta, mal tollcrava il partito di mezzo, ed escludeva i gradi della maggiore, e minor verisimilitudine. Cicerone era un valente Settrico, e per sua propria confessione un grande Opinatore: per la qual cosa diceva, che non c'è stravaganza, che a qualche Filosofo non fosse caduta in pensiero, e che col ragionarci sopra, e col volgerla da tutti i lati, non si rendesse probabile.

Pasò a considerare qualmente su i caratteri del vero sianfi adoperati i Dogmatici. Alcuni d'essi come i Geometri, non si sono nè punto, nè poco assunto l'impaccio d'internarsi nell'astruso soggetto, e nulla badando alle gavillazioni di Sesto Empirico, sicuri di afferrare la verità an trascurato d'indagarne la recondita origine. Erano internamente convinti, a cagion d'esempio, che il tutto è maggiore della sua parte; che la linea retta è la più breve, che fra punto, e punto condur si possa, e che gli angoli di un triangolo sono eguali a due retti. A che pro dunque logorarsi il cervello per sapere, da quai più remoti principj derivi la verità degli assiomi, e de' teoremi, a cui senz'altra perquisizione si porge indubitabile assenso? Un acuto moderno Logico riputava una vanità l'andar in traccia delle note dell'evidenza, e della certezza; perchè, diceva egli, farebbe di mestieri lo scoprire una evidenza più evidente dell'evidenza medesima, ed una certezza più certa della stessa certezza: lo che secondo lui era un manifestissimo assurdo. Ciò non ostante gioverà tentare il guado;

23

do; imperocchè importa assai l'intendere con sicurezza, in che guisa, e per quai gradi la Scienza umana poggia al sommo della perspicuità.

IV.

Diogene Laerzio, e la Storia filosofica dell' Inglese Stanlei ci daranno la notizia di tutto ciò, che su questo punto si è saputo dire i più rinomati Maestri dell' Antichità, e massimamente i Stoici del vero, e del verisimile diligentissimi investigatori. Non vuole però lasciar a dietro Epicuro, il quale nella sua Canonica propone tre famosi criterj della Verità, cioè senso, anticipazione, e passione, assegnandone le regole, che quantunque non colpiscono esattamente nel segno, non sono però da negliersi. Dopo i vecchi compariscono i recenti filosofi.

Renato Cartesio colla sua scuola camminando sull' orme impresse da Platone, collocò l'evidenza nelle Idee, che all'anima sono presenti, e volle, che senza alcuna esitazione si reputi per vero tutto ciò, che nelle idee chiaramente apparisce, e per così dire riluce. Si rifletta però, che ogni idea, immagine di qualche obbietto, non è sempre limpida, e distinta ugualmente. Ce ne sono delle torbide, delle confuse, delle false, ed anche delle ripugnanti. Per la qual cosa fa d'uopo purgarle; avvengadichè dai loro difetti, e dal mal uso, che se ne fa, nascono gl'innumerevoli errori, che tutto di si commettono. Convien dunque aggiungere criterio a criterio, e non fidarsi delle nostre idee, se prima non sono benissimo rettificate, e quello che più rileva, sostenute dalle note di una palese, ed incontrastabile possibilità: poscia si può con franchezza far transitò alle conseguenze, che da esse immediatamente fluiscono, lungi da ogni sospetto d'inciampare in paralogismi.

Il Padre Malebranche Autore del libro intitolato la ricerca della verità, conobbe la mancanza del principio Cartesiano, e s'ingegnò di ridurlo a dovere. Adottando per tanto la sentenza di S. Agostino, pensava, che essendo una cosa medesima con Dio la prima incommutabile verità; da questo unico fonte la secondaria, e partecipata si diramasse. Intanto dunque la mente umana è capace del vero, e quasi dirci il sente, e l'abbraccia, in quanto non cava già dal proprio fondo le idee, o le riceve dai sensi, lo che il nostro Metafisico giudicava onninamente impossibile; ma in quanto le cose coi loro attributi si vedono in Dio, e nelle divine idee si contemplano. La mia fiacchezza non fa tener dietro ad un volo
oltre

oltre ogni credere ardito, il quale non guidandomi alla meta, a cui è diretto, in vece di mettermi in calma, mi riempie di nuove inquietudini.

Ed in fatti se io strettamente unito colla sapienza infinita, mi sollevo a mirare in Lei, come in uno specchio, le immagini limpidissime degli oggetti, che di tempo in tempo mi si offeriscono; dimando donde venga, che bene spesso il vero col falso io confonda, ed in errori puerili tal fiata precipiti? La colpa certamente non vien da Dio, e nè meno dalle idee pure, ch' Egli benignamente mi offerisce. Il mio intelletto si è dunque quello, che le disgiunge, e le deturpa, e gittandoci sopra un denso velo d'inganni, in modo strano le offusca. Quinci fa mestieri, che io vegli sopra me stesso, ed impari con replicate avvertenze ad isgombrare l'oscurità, e la confusione. Deggio distinguere quelle, nelle quali risplende un raggio di Verità, che mi appaga, e che mi convince, dalle altre in cui si ravvisa appena un qualche barlume di verisimiglianza, che in falsità facilmente degenera. Dato, e non concesso, che si avesse ad accettare per buona la sentenza del P. Malebranche, dagli uomini dotti, ed in ispecie dal celebre Loke gagliardamente impugnata, sarebbe inutile il valersene in via di criterio fondamentale del vero. Chi non si accorge, che siamo sempre da capo, e che per purificare le nostre idee, onde si discorra colla debita circospezione, altri segni più immediati, ed altri canoni più palesi ci si richiedeno.

V.

E' ormai tempo dopo le premesse necessarie digressioni di entrar in materia. E se mi riesce di stabilire i principj prossimi delle umane cognizioni talmente esatti, ed evidenti, che l'esitarne, o il negarli sia lo stesso, che dubitare della nostra propria esistenza, e rinnegar noi medesimi; parmi, che si dovessero sopire le ostinate contese dei Dogmatici, e dileguarsi in nulla, come sogni d'infermi, i paradossi degl' Idealisti, e de' Setteci.

Prima d'ogni altra cosa conviene accuratamente distinguere la certezza dall'evidenza, ambo criterj infallibili delle Scienze; conciossiachè tutto ciò, ch'è evidente, del pari è certo; ma tutto ciò, ch'è certo, non è del pari evidente. Innumerabili sono le naturali apparenze, che non si ponno rievocare in dubbio, delle quali non abbiamo una chiara contezza; avvegnachè non ci è nota la loro genesi, nè tampoco il lor meccanismo.

A di-

id A dilucidar questo punto importante verranno in progresso a fella gli esempi. Intanto io dico, che la certezza proviene principalmente dalla coscienza, e dai sensi; e che secondariamente dalle idee, e dai raziocinj nasce l'evidenza. Quindi le nostre cognizioni progrediscono di grado in grado. La prima originale certezza sta nelle intime percezioni, che in noi si sentono. Succedono gli atti riflessi, che sugl' interni sentimenti unicamente si fondano; indi provengono le idee, che da essi nette, e purificate immediatamente si cavano. Per ultimo passo passo procedono i giudizj, i discorsi, ed i metodi, per cui le idee si estendono, e si combinano; in guisa che s'amplia la sfera del sapere, fin dove ad un intelletto limitato di pervenire è concesso.

VI.

Sia taluno tormentato da quella cocente passione, che si nomina dolore. La coscienza lo ammonisce del suo miserabile stato, e non si può dare in esso lui maggior certezza, quanto il saper di patire nel tempo stesso, ch'egli patisce; perchè se non si accorgesse di dolersi, certamente non soffrirebbe il dolore. Per non disputare intorno il vocabolo, se così piace, chiamisi questa evidenza, ma soltanto evidenza di sensazione, o di esperimento, che certo, e consapevole rende costui di ciò, che prova attualmente. Per altro della sua molesta affezione, e delle susseguenti, che formano una serie noiosa di sentimenti analoghi, sebbene in parte diversi, egli ha una scienza imperfetta, o per dir meglio non ha vera scienza; atteso massimamente che la sua esperimentale cognizione manca della necessaria perspicuità.

Ed in fatto del suo dolore non sa più oltre, salvo che non è piacere, non indolenza, nè qualunque altra interior modificazione; ma vero, e reale dolore. In questo mentre non intende guarir, in qual maniera si generi, e vada ricrescendo, e scemando, nè come da se svanisca; a tal che non è in sua balia il liberarsene. Ci vuol molto a capire in che consista il dolore, ed i Fisici tuttavia ne sono all'oscuro: e se per sorta conosce, lo che spesso fiate non arriva a conoscere, che lo spasimo provenga dalla lesione del corpo, per esempio da una spina, che gli punge la mano, è tanto lontana l'analogia fra la causa, e l'effetto, che non ne comprende la connessione. Sin qui la certezza non cammina di conserva coll'evidenza; imperciocchè altra cosa è il sentire una modificazione, che siede

siede in noi senza separarsi da noi, e che per esser presente, ed immedesimata con noi si rende sensibile, ed altra il contemplare un obbietto, che per lo più sussiste fuori di noi, e dalla sua immagine, o vogliam dirla idea, ci viene rappresentato.

VII.

Le Idee da una coscienza, che riflette sopra se stessa, traggono infallibilmente l'origine: e siccome non si può dubitare della certezza delle intime affezioni, nè degli atti riflessi, che le accompagnano: così un pari grado di certezza si comunica alle idee, che dalle predette percezioni immediatamente derivano. Di conseguenza poi nelle medesime idee primigenie si ravvisa perspicuità, ed evidenza, ch'è la base, ed il criterio d'irrefragabile verità. In qual modo dagl'interiori sentimenti, prima alle riflessioni, indi alle idee si faccia transito, gioverà il darne qualche saggio.

Ciascheduno esperimenta in se stesso, e se ne avvede col riflettere sopra se medesimo, che non soggiace sempre ad una sola affezione. Continuamente passa di stato a stato: ora si rattrista, ed ora si rallegra; ora è dominato da una perturbazione, ed ora dalla contraria. Ama, ed odia; vuole, e non vuole; assente, e dissente, e così vadasi discorrendo intorno la moltitudine innumerabile delle percezioni, a cui gli uomini in varie circostanze si rinvencono sottoposti.

Eppure se io rivolgo il pensiero alle successive mutazioni, la mia coscienza mi detta, che io son quel desso, e che in un'altra coscienza non mi trasformo. M'inoltro passo passo, e prescindendo da ciò, che c'è di particolare, e di determinato ne' miei divisamenti, li riduco alla generalità, e fra me rifletto, e dico; dunque un medesimo subbietto, senza essenzialmente diversificarsi, riceve in se differentissime alterazioni; dunque benchè il soggetto privo di qualsivisa modificazione non possa sussistere, non è però necessario, che sostenti piuttosto o questa, o quella, delle quali ugualmente è capace: E' ben indispensabile, che qualunque modificazione, la quale non può stare da se, e per così esprimermi solitaria, al suo subbietto si appoggi. Ed ecco con qual progresso di avvertenze, parte dirette, e parte riflesse, che scaturiscono dal profondo della coscienza, si formi in noi della sostanza, e dei modi la chiara, e distinta idea.

VIII.

VIII.

Arroge, che un' affezionè vien dopo l'altra, e chè mentre svanisce la prima, sottrentra la seconda, che va a terminare nella terza, e così di mano in mano. Per la qual cosa, se noi poco badando alla qualità speciale delle modificazioni, ci fermiamo a considerare, che il nostro essere, ed il nostro vivere consiste in una serie successiva di pensamenti; nascono le idee del tempo, del numero, e tal fiata dell'ordine; attesochè sovente le impressioni susseguenti con uno stretto rapporto alle precedenti rispondono. E' noto qual uso si faccia di queste nozioni oltre ogni credere fecondissime, e quante sublimi verità dimostrativamente se ne deducano.

Nelle idee i primi fondamentali principj ad evidenza rilucono, viene a dire l'esatte definizioni, e gl'incontrastabili assiomi, e postulati, e le necessarie divisioni: dai quali semi ben coltivati si sviluppano le scienze intiere, che di giorno in giorno si aumentano. Dalle passioni de' numeri è furta l'Aritmetica, che partendosi in teoretica, e pratica, reca tanto profitto alle altre discipline, ed alla Civil Società.

In oltre la coscienza ci ammonisce, che moltissime delle nostre affezioni, come il timore, la tristezza, il diletto, crescendo, e minorandosi ammettono il più, ed il meno: ed appunto le cose tutte di tal proprietà capaci cadono sotto l'idea generale della quantità, la qual presa universalmente, e non legata a qualsivoglia soggetto, esponendoci massimamente le sue funzioni con segni appropriati, ci arricchisce d'una scienza simbolica nomata Algebra, o sia Analisi, cui si debbe la massima parte delle novelle scoperte.

L'unico motivo, per cui i Metafisici incamminati per diversi sentieri, chi per un verso, e chi per l'altro dalla verità si dilungano, deriva se mal non m'appongo, dal non aver precisamente compresa la natura, e la genesi delle nostre idee. Sono concordemente caduti nell'error popolare di fingersi, siccome tante immagini degli esterni obbietti fedeli rappresentatrici, o come tanti ritratti similissimi agli originali. Sono egliino stati delusi in parte dalle intime affezioni, onde nascon le idee, ed in parte dai fantasmi della immaginazione, che con esse vanno sempre mai affocciati. Quindi si è dato corso ad alquante metafisiche ipotesi, nelle quali alla falsità la stravaganza si accoppia. La Scuola Platonica delle idee innate si è compiaciuta, ed ha convertita la scienza umana in una sognata reminiscenza:

Tom. II. Opere Ricc.

D

non

non avvertendo, che un numero infinito d'idee, che alle occasioni si svegliano, starebbe nella limitata capacità della mente riposto, e per dir così concentrato. L'Autore della ricerca della verità si è immaginato di veder tutto in Dio, come in uno specchio volontario: e pure doveva accorgersi, che si danno in noi molte idee, e tali sono quelle del dubbio, e della probabilità, che a Dio in nessun modo competono, e non possono in Lui contemplarsi. Altri poi anno sollevate le sostanze cogitanti ad un posto di gran lunga superiore alla lor condizione, e pretendono, che l'anima sia guarnita d'una forza, che partecipa del divino, per cui le sue idee da se stessa, ed in se stessa vada di tempo in tempo creando. Ma il principal requisito d'una qualunque idea si è di somigliare all'obbietto, altrimenti nulla mai potrebbe sapersi, se la specie rappresentante non avesse punto che fare colla cosa rappresentata. Egli è dunque necessario, che quando la mente si accinge a produrre in se medesima una nuova idea, per renderla sembante all'oggetto, abbia dell'oggetto piena contezza: e per ciò prima che si generi questa idea, c'era nell'intelletto un'altra idea anteriore, e preconosciuta.

Conchiudasi per tanto, che le menzionate immagini, che dipingono in noi ciò, che è fuori di noi, e delle cose ci danno esatta contezza, sono mere illusioni della fantasia, le quali ci fan travedere. Oltre che mettono in mano ai Settici arme così robuste, che poco giova la scherma. Dicono costoro onde si sappia, e come si provi la indispensabile similitudine fra le idee, e gli obbietti: e se di ciò non abbiain evidente certezza, e buonamente si crede ciò, che dimostrar si dovrebbe; la scienza di cui si fan belli gli uomini, è una pura ipotesi, ovvero un postulato da non così facilmente accordarsi, che le conclusioni dedotte dai nostri lavori intorno le idee, applicate alle cose estranee puntualmente ci corrispondano. Ripigliheremo ricorrendo a più alti principj, non esser possibile, che Dio c'inganni, e la risposta ci quieti, ma non c'illumina, e verrà riputata appunto dagli Avversari una petizione di principio.

Chi piglia la cosa per il suo dritto, non incontra perplessità. Egli è un bel viaggiare per la strada delle cognizioni, quando si passa da certezza a certezza, e dalla certezza all'evidenza. L'anima non saprebbe di essere, se dall'interna coscienza non venisse resa consapevole delle sue modificazioni. In oltre le prende bene spesso di mira, e si ferma a contemplarle. Il pensare, e l'accorgersi di pensare è una cosa medesima: ma meditando sopra i suoi pensamenti è muovere un nuovo passo dalle percezio-
ni

*a. la prima
in alme
e flusso*

ni dirette alle riflessi, e dell'une, e dell'altre siamo ammoniti da una indubitabile intrinseca esperienza. Un' affezione vien dietro all' anteriore, e precede la susseguente; e se confidro, che sono diverse, e le separo in prima, e seconda, e terza, mi si presenta la chiarissima nozione dell' unità, del binario, del ternario, e così di mano in mano di tutti i numeri in natural progressione. Aggiungo riflessioni a riflessioni, e staccando i numeri già concepiti dalle mie affezioni, onde traggono la prima origine, a qualunque subbietto in particolare, o in generale gli appoggio, e nulla discapito nella certezza, e nell' evidenza: indi m' inoltro ad indagare le lor proprietà, e col girare le specolazioni da tutti i lati, acquisto gradatamente nuove notizie.

Gli atti riflessi, o per servirmi della frase degli Scolastici, le seconde intenzioni toccano così da presso le cose, e colla mia coscienza talmente le uniscono, che non ho bisogno di pingermi nell'anima specie, ed immagini, alle quali per rappresentarmi gli obbietti mi deggia rivolgere. Basta, ch' io ripeta, o richiami a memoria il progresso delle mie riflessioni, e subito i passati concepimenti in me si rinnovano. Vaglia per tutti l' addotto semplicissimo esempio, e si osservi, che i numeri nulla sono fuori di noi, e che la Natura i suoi prodotti non conta. E pure ciò non ostante ognuno riflettendo sopra se stesso, non ha a cercarne altrove l' idea, e con pari profitto a suoi intimi sentimenti, ed ai soggetti stranieri egualmente l' addatta; imperciocchè essendo cose fra loro distinte, chi ci vieta di annoverarle? Ed appunto una mente ci si richiede, la quale a norma di ciò, che si prefigge, cominci da un capo, e dall' altro finisca, come pratica il Capitano co' suoi Soldati, tra cui taluno oggi fa comparsa di decimo, e domani di centesimo.

Ci sono moltissime particolarità nascenti dalle operazioni dell' intelletto, le quali ai subbietti si attribuiscono, sebbene ad essi propriamente non convengono. E' notevole qualmente l'anima dilata la sfera della sua intelligenza coll' accomunare a ciò, che non è lei, la propria riflessiva coscienza, e con unire in mirabil maniera al Mondo spirituale il corporeo. Ed invero privi noi di cotali ajuti, sarebbero oltremodo scarse, e mancanti le umane cognizioni, ristrette sol tanto a farci consapevoli delle nostre interne, e successive affezioni; atteso che l'apprendere, il giudicare, il discorrere, e l'ordinare i divisamenti, da una serie d' atti riflessi unicamente dipende. E se i numeri, ed altre percezioni di simil genere negli obbietti esterni non riseggono, anzi tutto al rovescio ad essi si ad-

D 2 dolla-

dollano; perchè spuntano dal fondo della mente, che in se medesima, quasi direi, si concentra; è cosa vana l'andar in traccia d'idoletti, e d'immagini, da cui ci vengano rappresentati. Si accompagnano bensì coi fantasmi dei sensi, e particolarmente dell'udito, e della vista, cioè col suono de' vocaboli, e colle figure delle cifre, per cui si esprimono: segni puramente inventati dall'arbitrio degli uomini, che stando ferme, ed inalterabili le idee, secondo i tempi, ed i luoghi si mutano.

Nel riflettere per tanto colla debita cautela il vero sapere consiste, e chi più riflette, più sa. Ben è manifesto, che un uomo dotto inteso a meditare tutto il corso della sua vita fa pochissime riflessioni, a confronto delle innumerabili, che altronde riceve, e da i maestri, e dai colloquj, dalla lettura de' libri gli vengono suggerite. In tanto riflette, in quanto c'è chi bene spesso l'ammonisce a riflettere, ed in tal guisa col soccorso altrui giunge dove per se non fora mai giunto. Appresso le vecchie riflessioni, che passano da mente a mente in retaggio, svegliano alla giornata le nuove, che accrescono di mano in mano il tesoro delle cognizioni; perchè alla fine altro non sono le Scienze, che una moltitudine d'atti riflessi intorno varj soggetti. Ognuno si sforza a misura de' suoi talenti di pagare alla verità un qualche piccol tributo, la quale, giusta l'antico adagio, è figlia del tempo: ma il vero si mesce talmente col falso, che ne resta, per dir così soffocato, ed oppresso: laonde per discernere, e separare il poco oro dalla gran copia d'orpello, ci vogliono secoli, e secoli. Ingegnamoci dunque a tutto potere di poggiare alle sorgenti della certezza, e dell'evidenza.

Non importa guari, che le tante volte nominate riflessioni, radici delle idee prime, ed originali, o si facciano per noi medesimi, o s'insinuino in noi per opera altrui. In amendue i casi siamo attenti, che nella lor pura semplicità si mantengano, o ad essa si riducano. Guardiamci di raccogliere insieme le totalmente disparate, e molto più le ripugnanti, come la materia, e la coscienza; imperciocchè sebbene si ravvisano delle particolarità comuni, che ad ambo i soggetti del pari competono, e tali sono i modi, i numeri, i tempi; non mancano però le speziali, che scambievolmente si escludono. Tal fiata c'inganna una falsa somiglianza, che termina in contraddizione. Così parecchi Filosofi mal accoppiano l'eternità di Dio col tempo, [l'immensità collo spazio.] Di più non si vuole oltre il dovere caricare le idee di astrazioni sopra astrazioni; imperciocchè l'evidenza, che in esse risiede, a forza di addossare precisione a preci-

sio-

sione, o sparisce, o degenera in una lite di parole. Per esempio dalla nozione del modo spunti fuori la modalità, io dico, che le due espressioni sono sinonime, e che la seconda non aggiunge alla prima, salvo che quattro lettere. Se poi professerò, che la modalità sia un non so che di astratto, e di universale, che nei modi particolari sussiste, e ad essi si appoggia, come i modi dai loro subbietti vengono sostenuti; confesso il vizio, che io non ne formo idea chiara, e che pasco la mia mente d'un vocabolo, che nulla significa.

IX.

Mi viene in acconcio di separare in due differenti classi i nostri interiori sentimenti. Escono i primi dal cupo dell'anima, consapevole di ciò, che in lei passa, e da lei intimamente procede. I secondi s'insinuano per li canali de' sensi, e ci manifestano gli obbietti, che sono fuori di noi; conciossiachè la mente non si unisce di preferenza alle cose estinse, ma ne riceve in se stessa le sole immagini. Dell'una, e dell'altra specie haasi a ragionare.

E primieramente se in me una dubitazione si sveglia, so certamente di dubitare nell'atto medesimo, che io dubito, e so di più riflettendoci sopra, che il dubbio non viene altronde; perchè non può individualmente radicarsi, salvo che nella mia coscienza. Ora non mi è disdetto di mutar percezione, pigliando a cagion d'esempio il mio dubbio medesimo per immediato oggetto del mio nuovo concepimento. In tal caso mi accorgo, che ad una differente affezione io soggiaccio; avvegnachè altra cosa è l'attualmente dubitare, ed altra il cercare, onde provenga il mio dubbio. Investigando dunque lo perchè io tenga in sospeso il mio giudizio, e non mi determini piuttosto per una opinione, che per la opposta; subito mi si offeriscono i motivi egualmente forti, e quasi direi equilibrati della mia ambiguità. In ordine a ciò l'esitazione, che prima era un sentimento dell'anima, passa in idea, e chiaramente comprendo, che io sempre mai mi disporrò a dubitare qualunque volta le premesse condizioni si adempiano.

Di tal genere di nozioni è fornito il nostro intelletto a dovizia, le quali si vanno successivamente acquistando, siccome porta l'occasione, nel lungo giro delle nostre meditazioni. E quanto esse sono più pure, ed alla specie sin ora considerata più da vicino appartengono; tanto maggiormente

te

te le idee indi nascenti vengono accompagnate dalla certezza, e dalla evidenza. In questo mentre fa d'uopo stare oculatissimi per ben usarle; perchè frequentemente intervien, che insieme mescondosi, e confondendosi si disguisino, e si perturbino: massimamente quando si deducano conseguenze o false, o incerte, o lontane dagl' immediati principj. Alcune siate si dà troppo corso alle conghietture, e poste in non cale le interne esperienze, che mai non c'ingannano, si finge in noi un modo di concepire, e di operare, che alla nostra natura mal si conface: e così un errore si tira dietro una lunga catena di errori. Non s'impiega mai studio abbastanza in riflettere profondamente sopra le intime azioni della nostra anima, e nell'appieno impossessarsene. Per altro chi bramasse risparmiare in parte la fatica, ricorra alla Psicologia empirica dell'accuratissimo Cristiano VVolffio.

Non si vuole omettere un importante corollario. Da tal sorta d'idee, che ci manifestano le nostre spirituali modificazioni, non in se stesse, ma nelle lor cause, anno l'origine, e gli avanzamenti le discipline più nobili, ed agli uomini più profittevoli. Dal meditare sugli atti dell'intelletto, e della volontà procedono la Logica, e l'Etica, che prescrivono le regole ai nostri discorsi, ed alle nostre deliberazioni. Anche la Metafisica, la Teologia naturale, i principj della umana Società, con parecchie altre Scienze su questa base in gran parte si fondano. E per restarne persuasi, basta dare un'occhiata alle verità capitali, che indi dipendono, ed ai metodi, con cui si maneggiano.

X.

Muovo il secondo passo, e piglio per mano le affezioni partecipanti del corporeo, e dello spirituale, ch'io chiamo miste, siccome quelle, che cominciando dalle cose materiali, e proseguendo per la via de' sensorj penetrano nell'interno dell'anima. Negli obbietti estrinseci si ravvisa solamente l'azione; negli organi la reazione per un verso, e per l'altro l'azione, e nell'anima principalmente la passione, essendo altrettanta parte: contro sua voglia. Io non intendo spiegare il grande arcano dell'unione della mente col corpo, e non entro in un laberinto di quistioni, da cui per non esserci nè capo, nè via, non an saputo uscire i più valenti Filosofi. Mi attengo semplicemente ad alcune poche ispezioni, che fanno alla mia proposta.

Quan-

Quando io sento un piacer sensibile, che mi rierca, e così dicasi d'ogni altra sensazione, farei bene stupido, se mi credessi di non provarlo. La dilettevole affezione, che modifica la mia coscienza in tale particolarissima circostanza, e per un tempo determinato è tanto certa, quanto mai altra essere si possa. Ma se tento di convertirla in idea, assumendola per obbietto in virtù di un atto riflesso; per qualunque sforzo io mi faccia, non conseguisco l'intento. La ragione si è, perchè onninamente ignoro le cagioni produttrici, e molto più il modo, per cui le impressioni esterne si trasformano in piacevoli sentimenti.

Affine di rischiarar maggiormente la materia muto scena, ed istituisco un paragone fra la malinconia dell'animo, ed il dolore del corpo. Mi sorprende una grave disavventura, specialmente non aspettata; e nel vedermi privo di un bene a me caro, e sopraffatto dalla miseria, la mia pace si turba, e la mestizia mi assale; imperciocchè deggio coll'attristarmi accompagnare necessariamente la perdita, che a tutto costo non vorrei, che fosse accaduta. Precede dunque alla noiosa perturbazione il motivo, da cui proviene, e veggio palese nella cagione la qualità dell'effetto. Al contrario l'anima sente il dolore, ma non comprende d'onde proceda, nè qualmente si accresca, e si minori: e ciò che più importa, da leggi stabili non è regolato. Tal fiata succede, che un agente estrinseco, per esempio il fuoco, in debita distanza cominci ad imprimere nella nostra mano una blanda sensazione di calore, la quale, diminuendosi lo spazio frapposto, degenera in un ardore insopportabile: tutto al rovescio della tristezza, che non mai si cangia in piacere, e tanto più si rinforza, e si estenua, quanto più il motivo, che la produce, è pesante, o leggiero.

XI.

Non si creda già, che dalle percezioni sensibili non si cavino in copia le idee. La sorgente è molto fecondissima, ed oltre le superiormente derivate dall'intimo dell'anima, scaturiscono tutte quelle, che alla Fisica appartengono. Dalle impressioni de' sensi si acquista passo passo la notizia de' prodotti, che adornano il mondo, e delle varie mirabili operazioni della Natura. La vista, ed il tatto ci somministrano i due principali criteri: sebbene alle volte vengono ad uso gli altri organi dell'udito, del gusto, e dell'odorato. Non fa a mio proposito il quistionare presentemente sopra un punto assai delicato, cioè se le sensazioni fano qualità, 'che prima

ma.

ma rischiano ne' corpi, e poi all'anima si comunicano, come il caldo, il freddo, gli odori, i sapori, ed altre di simil genere; o pure vadan riposte fra le affezioni degli spiriti, i quali al di fuori le diffondono, ed adornano variamente gli obbietti di quelle proprietà, che per se stesse di sostenere non sono capaci.

Qualora la luce si spande intorno, miriamo ad occhi aperti una cu-riosa varietà di colori, e l'anima sente le diverse impressioni del rosso, del giallo, e dell'altre tinte o semplici, o miste, ed insieme non le confonde. Si accorge nel tempo medesimo, che corali sensazioni colla estensione si accompagnano, e alla estensione si appoggiano. Un confine disgiugne i colori contigui, e ciascuno d'essi è circoscritto dal suo contorno. Se nella separazione si considera la sola lunghezza, nasce l'idea della linea, e se due linee si tagliano, nella lor intersecazione si ravvisa il punto, e dalle loro inclinazioni spuntano gli angoli. Appresso i colori ci compariscono distesi in superficie, cioè per due versi, lunghezza, e larghezza. L'occhio quì si ferma; perchè appena penetra nella profondità, la quale riservata principalmente al senso del tatto, ed aggiunta all'altre due dimensioni ci dà la nozione del solido lungo, largo, e profondo. Dal chiudersi degli spazj, e dall'unirsi le linee, o le superficie, che li circondano, le figure tutte o piane, o solide, o rettilinee, o curvilinee traggono l'origine.

Quinci considerate solamente le tre dimensioni, ed i loro limiti, e prescindendo dai colori, che le rendono visibili, e dai soggetti, che le sostentano si svegliano in noi le idee chiare, e distinte spettanti alla quantità continua, le quali accoppiate con alcuni evidentissimi assiomi, e semplicissimi postulati sono la base immobile della Geometria: scienza, che procedendo per via d'invitte dimostrazioni, esclude ogni dubbietà.

XII.

Sin quì l'estensione comparisce da se sola, e siccome puramente matematica, nuda di quegli attributi, di cui le cose materiali sono guarnire. L'occhio, ed il tatto ci convincono, che i corpi non istanno sempre in riposo, ma che bene spesso si muovono, col progredire successivamente da un sito all'altro. Non si concepisce il moto senza la velocità, nè questa senza il luogo, che si abbandona, e quello, che si occupa, nè senza lo spazio, che si percorre, nè senza il tempo, che vi s'impiega a trascorrerlo. Appresso l'esperienza c'insegna, che un corpo in movimento fa im-

pres-

pressione negli altri incontrati per viaggio, i quali al suo corso si oppongono. Ora comunica ad essi tutto il suo vigore, ed alla quiete si riduce, ed ora una parte in se ne ritiene: ma sempre si adopera in produrre le scambievoli confusioni.

Queste comunali apparenze soggette ai sensi della visione, e del toccamento ci fan capire, che fra corpi non si dà una mutua penetrazione; che all'azione risponde una contraria reazione, e che dove c'è resistenza, ivi c'è forza; nel misurare la quale, litigando tuttavia i Fisici, si vuol far uso dei raziocinj. Quindi colla estensione Fisica si congiunge l'impenetrabilità, come altresì una ripugnanza, che risiede ne' corpi, al cangiamento di stato, cui si dà nome d'inerzia, ed è una conseguenza della impenetrabilità. Ed ecco adombrati i principj capitali della Dinamica certi, ed evidenti in se stessi, siccome estratti dal riflettere sulle nostre sensazioni, e che stesi per via del discorso dalle conclusioni più semplici alle più recondite, ci palesano innumerabili sublimi verità.

Se poi alla massa impenetrabile, ed inerte si aggiungono altre proprietà, delle quali i sensi ci rendono una piena testimonianza, e si pigliano di mira i corpi duri, e fluidi, ed i molli, che ci stanno di mezzo, ed appresso i luminosi, gli opachi, e i diafani, e che so io, non trascurate le forze magnetiche, l'elastiche, e l'elettriche, ed i conati centrifughi, e centripeti, con moltissime particolarità, che ai misti naturali competono; abbiamo in pronto la materia di parecchie scienze nate, o almeno a i nostri tempi educate, e fra esse annovero la Meccanica, la Statica, l'Idraulica, l'Astronomia, l'Ottica, e l'Acustica, nel coltivare le quali i Filosofi d'ingegno, e di senno ben provveduti assiduamente s'adoprano.

XIII.

Unico mio istituto si è di ragionare intorno i principj, ed i metodi della Fisica; laonde sono obbligato sul bel cominciamento ad investigare sino a qual grado di certezza, e di evidenza le naturali ricerche condurre si possano. Ai sensi ben applicati, specialmente se si ripetono le osservazioni, ed una esperienza dà mano all'altra, non si può contrastar la certezza. O nulla sappiamo di ciò, che esiste fuori di noi, o dobbiam adottare il primo canone d'Epicuro, che i sensi non c'ingannano. Ben è vero, che in essi per lo più non si rinviene quella schietta evidenza, che total-

Tom. II. Opere Rice.

E

men-

mente ci rischiara, ed appaga. *Non* basta guardare il Sole per sapere, che cosa è luce; nè cacciar il dito in un corpo liquido, che prontamente cede dai lati, per formarli l'idea della fluidità. Da principio contentiamci delle prime apparenze, e procuriamo in progresso col combinarle insieme, e col dedurne le legittime conseguenze, contemplando per ogni verso il soggetto, di purificare, e di estendere le nostre cognizioni.

In questo mentre non si può veder tutto, nè toccar tutto; e perciò bisogna fidarsi degli Autori, e vedere cogli occhi altrui, e toccare coll' altrui mano. Mancandoci talvolta l'agio, e talvolta l'ozio, a poche osservazioni possiamo attendere. Ciascheduno faccia la sua parte, ed arricchisca dal suo canto la Storia della Natura: ma abbia sempre a mente, che alcuni famosi esperimenti o sono falsi, o difettosi, o mal indiritti allo scopo prefisso. Per la qual cosa hassi a procedere con somma circospezione, e se per avventura nelle nostre specolazioni vengano a festa, gioverà sottometterli al tribunale della ragione, e della critica, rettificando massime sperienza con esperienza: il qual mezzo è il più opportuno per liberarci dai pregiudizj.

XIV.

So benissimo, che alcune fisiche proposizioni per la strada analitica riduconsi ai primi originali elementi, e poggiano conseguentemente al posto più sublime della evidenza. Fra queste annovero le verità dinamiche in generale, ed in particolare la teorica delle forze composte, o equipollenti, derivata per opera dell' acutissimo Signor Daniello Bernoulli da chiarissimi metafisici pronunziati, ed esposta ne' comentarj della imperiale Accademia di S. Pietro-Burgo. Ciò però di rado interviene, e tra confini troppo angusti si chiuderebbe la Scienza delle cose naturali; qualunque volta si pretendesse, che gli umani discorsi, eziandio dimostrativi, si appoggiassero sempre ai primi innegabili assiomi. Chi non può esaurire intieramente un soggetto, si contenti d' almeno in parte comprenderlo. Si assuma per tanto in figura di fondamentale principio un fenomeno munito di sperimentata certezza; e mentre non ci vien fatto di svilupparlo, salvo che per via di conghietture, e di probabilità, si abbandoni l' inchiesta, nè si prenda la briga di rintracciarne inutilmente l' origine occulta, ed il recondito magistero.

Fra

Fa di mestieri a chi non vuole gittare il tempo, e la fatica, non già salire per la scala delle cause, ma discendere per quella degli effetti; Imperciocchè la prima spesso fiata ci estolle oltre i limiti dell'umana intelligenza, e la seconda è più confacente alla nostra limitata maniera di ragionare. E vaglia il vero, non è in tutti i casi malagevole impresa ad uno spirito penetrante, ed attento il cavare le conseguenze, che immediatamente nascono dai fenomeni; non è difficile, replicando gli esperimenti, passare a nuove illazioni; non è cosa ardua a forza di deduzioni, e di combinamenti aprirsi l'adito ad iscoprire le leggi della Natura. E queste una volta svelate, se massimamente ad esse applicar si ponno i teoremi geometrici, ed i computi analitici, spandono un lume tale sulla materia, che le verità indi nascenti, ed insieme concatenate a ~~ella~~ ci si presentano.

XV.

In tal giro di cose la certezza, che risiede nel fenomeno, ai sensi si attribuisca, e la evidenza non mai al fenomeno per se stesso oscuro, ed involuto, ma bensì alle conseguenze, che ne risultano spontaneamente. E qui si noti, che l'evidenza, di cui si parla, non è mica una evidenza assoluta, che va a terminare in principj chiari, e manifesti; ma piuttosto tale, che interrompendosi a mezza strada, debba appellarsi evidenza Ipotetica, o di supposizione. In fatti tornando indietro per la progressione dei raziocinj, siamo convinti, che le proposizioni sono l'una coll'altra dimostrativamente connesse; ma pervenuti al fenomeno, soggetto delle nostre ricerche, non occorre avvanzar cammino; atteso che sebbene non ci abbandona la certezza esperimentale; l'evidenza però sparisce, ed in sua vece sottentra la perplessità.

Si accigne spessissimo la sagace Natura ad operar meraviglie tanto remote da' suoi consueti lavori, che a stento si presta credenza a chi ce le narra: e se le iterate testimonianze de' più accurati Osservatori non ci assicurassero dei fatti, si spaccierebbero forse per impossibili. Niuno, penso io, si sarebbe avvisato, che nel cristallo d'Islanda, ed anco nel montano la luce soffrisse doppia refrazione, una usitata, e l'altra inusitata, moderate con leggi affatto diverse, scoperte dall'Ughenio, e dal Nevvton. Molto meno avrebbe preveduti gli effetti stupendi della forza elettrica, che a' giorni nostri fa tanto romore, ed è divenuta un popolare spettacolo.

XVI.

Per dare un saggio di quel genere di evidenza, che sovente ha luogo in Fisica, ed è, conforme si è detto, una evidenza di supposizione nella sua origine, di cui debbe appagarli un discreto Filosofo, potrei trarne gli esempi da' più rinomati Maestri del presente, e del passato Secolo. Ma non mi si ascriva a troppa confidenza, se per questa volta io mi vaglio del mio. E' stampata nel primo Tomo degli Atti della Bolognese Accademia una mia Dissertazione sopra le vere leggi delle forze elastiche. Non ho mai preteso di capire, e molto manco d'insegnare altrui, con quale artificio venga partecipata dalla Natura a certi corpi la virtù di molla, per cui stirati, o compressi si restituiscono, ed al primiero stato ritornano.

Non ostante che io non sappia render ragione dello sconosciuto meccanismo, considerate attentamente le proprietà delle corde sonore notissime ai Maestri di Musica, rispetto al numero, ed alla durata delle loro oscillazioni, mi sono ingegnato per mezzo delle conseguenze risultanti dai fenomeni indubitati, di stabilirne le vere regole. Doveva primieramente cercare con qual rapporto rispondano le distensioni crescenti delle funi elastiche alla forza de' pesi tiranti ad esse applicati, i quali aritmeticamente vanno aumentandosi. Espresse le due funzioni per le quantità appropriate, sono pervenuto ad una equazione differenziale, che integrata mi ha posto anzi gli occhj l'indole, e l'andamento della curva; o sia della scala, nella quale le assisse dinotavano i pesi, e le ordinate i distendimenti. Quinci inaspettatamente mi si è presentato un canone fondamentale, cioè che l'elasticità non si fa sentire, e non esercita la sua azione, se non se quando le fibrille componenti i corpi o distese, o compilate anno acquistato un determinato grado di rigidità; col qual fenomeno, uno de' più difficili a dimostrarsi, l'esperienza concorda.

Io non istò minutamente a ripetere tutte le particolarità, che nel luogo citato si leggono. Ma epilogando le cose dette in poche parole conchiudo, che mentre ci va fatto di giugnere ad una evidenza assoluta, o metafisica, o geometrica, se pure si cade in qualche inavvertenza; lo che di rado interviene, gli sbagli sono di corta durata. All'incontro nell'evidenza d'Ipotesi appoggiata sol tanto alle apparenze sensibili, siamo guardinghi, che le illazioni sieno rigorosamente giuste, ed esatte,

per-

perchè se l'impazienza di saper troppo, oltre il dovere ci fa trascorrere, e si tirano conseguenze ambigue; la certezza, e la perspicuità per istrada ci lasciano, e ad ogni passo sempre più la verità da noi si allontana.

E' affai più facile il proporre i precetti, che l'eseguirli. Per la qual cosa io non mi lusingo di colpire sempre nel segno, ed avverrà più spesso di quello, che io vorrei, che ne' miei investigamenti mi smarrisca per sentieri torti, ed obliqui. Mi professo, che non sono mai per difendere ostinatamente i miei errori, e che pongo il mio unico pregio nella docilità.

LIBRO PRIMO

De' principj Generali della Fisica.



CAPITOLO PRIMO.

Della Fisica in Generale.

I.

Ognuno sa, che la Fisica si è quella Scienza, la quale procura di render ragione delle operazioni della Natura, ed ha per obbietto tutta la porzione dell' Universo, che ai nostri sensi soggiace.

Collo stendere più oltre le nostre curiose ricerche altro non si fa, che presumere di saper ciò, che non può saperfi, e riempire la mente di visioni, e di fantasie. Abbiamo tutto di anzi gli occhi innumerabili fenomeni, e vecchj, e nuovi, intorno ai quali o si tace, o si arrischiano alcune meschine conghietture, e su cui può con sua lode, e profitto il filosofo esercitarsi, senza prender per mano quistioni per la mancanza dei dati affatto insolubili. A che pro investigare, come sia lavorata internamente la nostra Terra, o descrivere minutamente a guisa di un Viaggiatore, che dall' Indie se ne ritorni, i prodotti, e gli animali de' Pianeti? Attribuisco ad una orgogliosa vanità questo pucchè poetico entusiasmo: e quasi che si avesse ben addentro penetrato tutto ciò, che a noi è vicino, e nulla rimanesse a impararsi; si stende l'ardito volo per conoscere obbietti remotissimi, che rispetto ai nostri fiacchi divisamenti, per così esprimermi, ad un altro sistema appartengono.

II.

Il Galileo uomo incomparabile (non cessando io di maravigliarmi, per qual fatale disavventura, non sia egli stato dagl' Italiani prescelto per loro guida e maestro) tra più angusti confini ha ristretta la Fisica. C' insegna per tanto, che non abbiamo ad internarci nella essenza delle cose, e nell' ultime grandezze, e figure delle particole elementari, che compongo-

no

40
no i misti; ma dobbiamo affaticarci in rendere semplicemente ragione di quelle affezioni, e proprietà dei corpi, che cadono sotto i nostri sensi; perchè l'intelletto da essi non ajutato nelle sue differenti viste si confonde, e smarrisce la traccia del vero: ed in tanto la Natura inesorabile seguita i suoi consueti lavori, nè punto si cura di accomodarsi alle nostre immaginazioni.

III.

Quand' anche l'ingegno umano regular si lasciasse, e da prescritti termini non uscisse, interverrebbe, che la Fisica fosse meno vasta, ma non per tanto meno difficile: laonde il citato Scrittore ci ammonisce, che solo Iddio la fa tutta, e gli uomini ne fanno una picciolissima parte; e che quanto essa diverrà più perfetta, tanto meno verità insegnerà. Se io dicessi sul bel principio, che tutte le Scienze umane (mentre delle divine, siccome di un genere superiore, io non ardisco di far parola) sono un giuoco a paragone della Fisica, non direi forse troppo; conciossiachè l'altre discipline o si appoggiano a principi chiari, e a metodi fermi; o se non anno il privilegio di essere dimostrative, basta dalle idee prime con un buon filo di raziocinio dedurre una serie ordinata di probabili conseguenze. Così fin ora si è fatto, e verosimilmente non si farà di vantaggio per l'avvenire nella Metafisica, nell'Etica, nella Politica, e nell'altre facoltà di simil indole. Quanti sono i Filosofi capi di Setta, altrettante sono le opinioni, che si propongono, si adornano, e si difendono con eguale apparato di argomenti, e di riflessioni; attalchè rare fiate accade, che si convincano l'un l'altro di falsità manifesta, o di palpabile contraddizione.

IV.

All'incontro i legittimi principj della Fisica non sono per anco abbastanza conosciuti, nè si è fatto sin ora un accurato esame intorno i suoi metodi. Per la qual cosa fabbricandosi tutto d' sull'arena, quel magnifico edificio, che oggi s'innalza, dimani irreparabilmente precipita. Mentre l'Analisi, e la Geometria per una parte, e per l'altra la Meccanica, l'Optica, e l'Astronomia non ci avessero comunicate parecchie incontrastabili, e fondamentali proposizioni (avvegnachè su i teoremi della dinamica tuttavia ostinatamente si disputa) io credo, che ancora avrebbe a muoversi il primo passo; attesochè la Natura non si appaga del verosimile, ed una nuova dimostrazione, o una inaspettata esperienza gittano a terra un qualunque ben concertato sistema. A cagion di esempio le leggi della comunicazione dei moti fra corpo, e corpo ci fanno toccar con mano l'impossibilità degli atomi di Epicuro, e non si sono mai potuti accordare colle apparenze celesti i vortici di Leucippo, e del Cartesio.

V.

Il peggio si è, che i Filosofanti per la maggior parte anno maneggiare le cose con un ordine prepoftero, ed in ifcambio di applicarfì feriamente alla Fifica particolare, fùlla generale anno eftefe le loro meditazioni: quali che nulla ftringa, chi di abbracciare il tutto non fi affatica. Pare a me, che procedendo con buon metodo, avefsero a prenderfi per mano alquante operazioni, ed anche delle più femplici della Natura, e cercandone attentamente l'artifizio col confultare i fenomeni, e col ripetere, e moltiplicare gli efperimenti; fi dovefsero ftabilire le leggi, da cui gli effetti di un dato genere immutabilmente dipendono: indi facendofi fcala da un effetto all'altro, e dall'una all'altra legge, e poggiando paffo paffo dalle cofe più femplici alle più compofte, farebbe bene fpeffo riuſcito a noſtri vecchj maeftri di trovare una lunga ferie di concludioni ben dedotte, le quali avrebbono ſparſo un gran lume fùlla oſcurità di quelle, che rimangono ad ifcoprirfi.

VI.

Se i dotti, e ſpecialmente coloro, che ſono forniti di un buon capitale di geometria avefſero concordemente battuta queſta ſtrada ſpedita, e ſicura (giacchè le Scienze, e le arti altro non ſono, ſalvochè un aggregato di penſamenti d'ogni tempo, e d'ogni paefe diſpoſti con ordine) la Fifica farebbe arrivata ad un alto grado di perfezione. Molte leggi della Natura, che preſentemente ſ'ignorano, ſi farebbono appoco appoco manifeſtate, e con l'aiuta d'eſſe ci verrebbe fatto di eſplicare parecchi fenomeni, che al giorno d'oggi traſcendono le noſtre poche, e riſtrette congnizioni.

VII.

Non occorre mai ſperare, che ſi pervenga ad un ſiſtema generale compiuto, per cui ſi ſveli bello, ed intero il meccaniſmo della Natura; di modo che non ci ſi preſenti effetto alcuno, del quale per mezzo dei ſtabiliti principi non poſſiamo render ragione. Queſta è una luſinga della mente umana, che di continuo adula ſe ſteſſa, e ſpeſſe volte va dietro all'impoſſibile, purchè le compariſca innanzi ſotto l'aſpetto di difficile, e di maraviglioſo. Quanti ſi ſono perduti dietro il moto perpetuo, o la quadratura del cerchio: ma forſe più vani, ed ardentioſi coloro ſi moſtrano, che ſtando al tavolino conſultano giorno, e notte le loro idee, e lavorano, e ripuliſcono un ſiſtema univerſale, proponendolo poi alle genti credule, che ſi laſciano guidare più dall'autorità, che dalla ragione, per quell'unico, che ad eſcluſione degli altri ſia attiliſſimo a dilucidare tutti i fenomeni: quali che la Natura ſtaſſe vegliando con eſſo loro, e ſi prendeſſe la briga in figura di maeftra di metterli a parte de' ſuoi più profondi ſegreti.

VIII.

Dagli antichi Greci per fino a noi si è propagata la vanagloria di farsi autori di un qualche nuovo sistema. Appena ci è taluno d'ingegno acuto, e sublime, o che per tale si reputi, che non si metta alla testa di una filosofica famiglia. Ci vuole un gran fondo di erudizione per contare le vecchie Sette, nè manco numerose son le moderne, quantunque sia poco più d'un secolo, che si è cominciato a discorrere con libertà. E se le cose con pari fretta camminano, molti volumi non basteranno a scrivere semplicemente la noiosa storia delle opinioni.

IX.

Il citato Galileo autore di purgatissimo giudizio, e padre di novello Scienze non si è mai arrischiato nè pur di pensare ad una ipotesi generale, nè potea darsi pace, qualmente alcuni di poggiare tanto alto avesser coraggio, conforme ce ne rende testimonianza in molti luoghi delle sue opere. Contemperava egli il suo profondo ingegno con un fino discernimento, ed amava meglio intendere poche cose con evidenza, che molte con incertezza: ed io mi persuado, che per tale motivo appunto sia stato lodato da tutti, ma da pochissimi imitato nella sua cauta maniera di filosofare. Lodevole altresì è la circospezione del Cavalier Isacco Nevvton nel suo famoso libro de' principi matematici della filosofia naturale, in cui assume la gravità de' Pianeti nel Sole, siccome un fenomeno, nulla curandosi di fisicamente spiegarla, nè di decidere, se sia piuttosto un impulso, che un'attrazione. Ed il celebre Ruggiero Cotes nella bella prefazione posta in fronte all'opera Nevvtoniana si fa forte sull'esempio del Galileo, e sostiene, che il vero metodo di discorrere ai fenomeni si appoggia, e dà bando a tutte le ipotesi, e a tutti i sistemi. Non può negarsi frattanto, che lo stesso Nevvton nella sua ottica, e nelle quistioni annesse non si sia lasciato rapire dalla corrente, e non abbia sparso a larga mano i semi di un sistema universale, e che i suoi Inglese non abbian portate le cose all'eccesso; per la gara forse di avere un capo di Setta da contrapporre al Cartesio, ed al Leibnizio, maestri delle due Scuole Francesce, e Tedesca, e così partire in tra filosofiche fazioni tutta l'Europa.

X.

Mi fermerò alquanto sulle prime originali idee, intorno cui i gran Fisci non an mai potuto convenire, e massime sopra un punto di somma importanza, cioè quali fra le affezioni della materia abbiano ad assumersi come principj, e quali come fenomeni. Io tengo ferma la comune significazione de' vocaboli, ed appello per una parte principj quelli, che in altri principj più semplici risolvere non si possono, per la parte opposta chiamo fenomeni quelli, che o più da vicino, o più da lontano dai primi

primi principj discendono, o siccome effetti delle proprie cagioni, o siccome attributi secondarj, che dal principale traggon l'origine. ⁴³

XI.

Messi da canto i principj Peripatetici troppo astratti, e metafisici, e per tal motivo dai problemi fisici troppo remoti; osservo, che gli Epicurei ammettono gli atomi nuotanti nel vano, omogenei nella materia, e differenti nella grandezza, e nella figura. Vengono essi agitati da un moto peregrino, ed innato, e sono forniti d'una incomprendibil durezza, per cui, quantunque in se medesimi divisibili, non c'è però forza, che vaglia a romperli, e a sritolarli. Abbianfi dunque, secondo Democrito, ed Epicuro, per primi originarj principj gli atomi dotati delle assegnate essenziali proprietà, che da essi separarli non possono, alle quali si appiungano una certa energia, che sempre mai conservano, atta nata ad imprimere in esso loro una costante invariabile velocità per una determinata direzione. E se per sorta dal diverso combinamento, e dalle circostanze esterne vien'estinta, o alterata la celerità, o pure cangiata la linea del viaggio, gli atomi si trovano in uno stato violento, e messi in libertà, il primiero movimento non si fa come recuperano.

XII.

Renato Cartesio, che si è assunto l'impaccio di riformare l'ipotesi Epicurea; cancella dal numero de' principj la durezza, collocandola tra i fenomeni, ed in sua vece ci sostituisce la fluidità. Professa egli, che per essere la materia di sua natura divisibile all'infinito, le sue parti sieno talmente slegate, che secondo le occorrenze si separino, si sminuzzino, riempiano prontamente ogni spazio, e ad ogni figura in un momento si adattino. E perche la divisione dei corpi non ha limite, si è creduto lo Scrittore Francese di aver escluso dalla Fisica il vano, affermando, che dove c'è trina dimensione, ivi ci sia necessariamente materia. Ha poi conosciuto, che quantunque l'estensione sia capace di moto, non essendoci ripugnanza, che un pezzo di materia cacci di luogo un altro vicino, e così di mano in mano; egli è però evidente, che l'estensione stessa può del pari concepirsi in riposo: dal quale stato, senza l'operazione d'un agente estrinseco, non farà mai per rimuoversi. Quindi il moto, che nella materia si ravviva, alla volontà onnipotente dell'Autore della Natura si attribuisca, il quale fin da principio alla estensione da lui creata ha impressa una determinata quantità di moto a norma de' suoi sapientissimi disegni. Questa, che se diamo sede al Cartesio, si misura dalla massa nell'attuale velocità, e che con leggi immutabili in passando da corpo a corpo produce tutto ciò, che c'è di bello, di vario, e di ordinato nell'ampiezza delle cose materiali, persevera sempre la stessa senza aumento, o diminuzione, e tale persevererà fin a tanto, che starà ferma la presente costituzione dell'Univerfo.

Oltre la estensione risiede nella materia un'altra primitiva proprietà non avvertita dal Cartesio, quantunque il Keplero, che prima d'ogni altro se n'era accorto, ne avesse fatta espresa menzione, qualificandola col vocabolo significantissimo d'inerzia. Consiste essa in una ripugnanza, che si rinviene in qualunque corpo, e perciò chiamata dal Nevvton forza infinita, ed allora si manifesta quando si tratta di cangiare stato, passando una data massa dalla quiete al movimento, o al contrario, ovvero acquistando, o perdendo un qualche grado di forza. La suddetta inerzia, conforme farò vedere a suo luogo, è una conseguenza della impenetrabilità, e rispondendo in proporzione alla quantità della materia, dà le regole alla comunicazione de' moti. I Fisiici moderni concordeemente riconoscono nella materia due principali attributi, cioè a dire estensione, ed inerzia. A quella si riferiscono la divisibilità, la grandezza, la figura, ed a questa la forza viva, e la morta, e di conseguenza anche il moto con i suoi aggujti, tempo, spazio, e velocità.

(Dopo l'utile scoperta della gravitazione universale forse a tutta l'antichità par-
verrebbe, che i filosofi nostri tempi dovessero affumare, siccome basi
della Scienza sifica, le due menzionate ignifi, e fondamentali proprietà
della materia, indi farsi a spiegare le altre affezioni de' miti in qualità
di fenomeni. So benissimo, che frequentemente ci si faranno incontro in-
superabili difficoltà: ma in tali circostanze sarà meglio dietro le vesti-
ghe del Galileo appoggiare i nostri discorsi ad un principio d'esperienza,
lasciando altrui il pensiero di ridurre la cosa alle prime originali nozioni.
Il lodato autore, sebbene non sapeva la vera cagione della gravità; con-
siderandola però come un fenomeno, ci ha dato una compiuta teorica dei
moti accelerati, nascenti dai replicati impulsi d'una forza costantemente
applicata, quantunque ignota nella sua origine, e nelle cagioni, che a
produrla vi si adoperano con un recondito meccanismo. Io mi stupisco,
per qual motivo abbandonati i principi chiari, e palesi, su i quali non
cade nè dubbio, nè ambiguità, altri se ne introducano incerti, ed oscuri,
che mal appagano una mente, la quale brama d'essere illuminata, e non
già di camminare fra dense tenebre, che non ponno mai diradarsi.

xv.

In questo mentre i Nevvtoniani professano, che la gravità, e le altre forze centrali dipendono da una legge universale della Natura, per cui due corpi fra loro o prossimi, o disgiunti, ed anche senza mezzo frapposto esercitano una mutua azione, e reazione, e vicendevolmente si attraggono. Ed ecco impiegato in Fisica il principio genera-

liffimo delle attrazioni, che fi fa girare da per tutto a mifura del biſog-⁴³
gno, ma talvolta con infelice ſucceſſo.

XVI.

Vengono ultimi in campo i Leibniziani, i quali di ſoddiſfare altrui ſi luſingano con principj tali, che ſono affai più metafifici degli Ariſtote-
lici. Se ai loro dogmi ſi porga orecchio, l'eſtenſione, l'inerzia, la forza ſono altrettanti fenomeni, e non ſi creda, che ciaſcuna di queſte idee pri-
migenie conſtituiſca una ſoſtanza; non per tanto abbiamo la neceſſità di
maneggiarle, e di diſcorrere ſopra, come ſe ſoſſero vere ſoſtanze. Poſſi
tra i fenomeni i mentovati attributi alla materia eſſenziali, fa di meſtieri
aguzzar bene l'ingegno, per investigare i più remoti principj, che ſotto
profondamente vi ſi naſcondono. Ma quali ſono queſti miſterioſi principj?
altro non ſo riſpondere, ſe non che ſi appellano elementi, o monadi: e ſe
vado in traccia delle lor proprietà, mi viene inſegnato, che non ſono
eſtiſi, e pure uniti inſieme producono l'eſtenſione: che non ſono inerti, e
da eſſi l'inerzia la ſua origine riconoſce: che non an in ſe medefimi o
moto, o forza, e non oſtante ciò riſiede in eſſi una virtù poſſente a ge-
nere la forza, e il moto. In una parola dobbiamo immaginarci innumera-
bili unità metafifiche dotate di varie proprietà ignote, e piuttosto relative,
che aſſolute, alle quali ſi appoggino la trina dimenſione impenetrabile,
e la forza, che abbiano a riputarſi in Fiſica ſiccome principj, quantun-
que ſiano realmente fenomeni.

XVII.

L'eſpoſte novelle idee ſi ſono prodotte o in grazia di qualche meta-
fica ſuppoſizione, o perchè ſi è penſato, che d'ogni finito effetto non ſi
poſſa render ragione per via de' ſoli dati meccanici. Ma l'ignoranza uma-
na, e l'avidità di ſaper troppo non dee far sì, che ſi ſconvolgano le maſſi-
me capitali, ed accumulando principj ſopra principj, ſi venga a tale, che
due ſiſtemi onninamente diſparati in un ſol ſiſtema ſi unificano. Moltiffimi
effetti ci ſono, nella ſpiegazione de' quali ſi ricorre ſemplicemente alle af-
fezioni primarie della materia, grandezza, figura, e moto, ed alle impreſ-
ſioni indi naſcenti, e non cade per ombra in penſiero ai ſeguaci del Lei-
bnizio, e del Nevvton di mettere in iſcena le monadi, e le attrazioni.
Coſa anno che fare queſte recenti viſte colle leggi della comunicazione
de' movimenti, colle forze compoſte, o equipollenti, e con parecchi altri
fenomeni, che ſoltanto dagl'impulſi modificati dalle azioni, e dalle reſiſten-
ze traggono l'origine? Sarebbe obbligata la Natura ad impiegare due di-
fferenti magiſterj, ora uſando gli ordigni fiſici, ed ora le unità metafifiche;
ora ſpingendo, ed ora attraendo, ſenza che ci foſſe un criterio fermo, a
quale de' ſuoi artifizj in molti caſi ella ſi appigliaſſe. Oltre che farebbe di
meſtieri partirla in due, e tirare una linea di confine fra le naturali appa-
renze più conte, e paſſi, per iſviluppare le quali baſtano i comuni princi-
pij

46
 pj da tuttj concordemente abbracciati, e tra le altre fuor di modo recon-
 dite, a cui le nozioni ordinarie non si sono per anche con felice successo
 applicate. Se per occasione di ciò, che non si fa, ed i nostri posteri forse
 sapranno, nuove, ed impensate cagioni anno ad escogitarsi (avvegnache
 costa poco a spendere una parola vuota di significato) la cosa non si ri-
 durrà mai a termine. Alla comparsa di qualche strano astruso fenomeno,
 cui mal si adatteranno le teorie di fresco inventate, bisognerà moltiplica-
 re le immaginazioni: e Dio voglia, che non si richiamino dall'esilio le fa-
 coltà misteriose, e le qualità occulte de' buoni vecchi maestri, e le visio-
 ni, e le segnature de' Chimici, con altre di simil conio, alle quali innume-
 rabili se ne avranno da accoppiare di mano in mano a misura delle oc-
 correnze. Non ci sarà, credo io, filosofo sì coraggioso, che colle cogni-
 zioni o vere, o false, che ingombrano il suo intelletto, presuma di epilo-
 gare nella sua testa l'Univerſo tutto, e di esaurir la Natura.

XVIII.

Io mi sono sul bel principio adoperato, come i Geografi, i quali in
 una picciola carta compendiano l'ampiezza delle terre, e de' mari; ed in
 simil guisa ho poste sotto gli occhi de' Lettori le principali provincie, in
 cui il mondo filosofico si divide. Nel tempo stesso ho giudicato opportuno
 lo spargere alquanti semi di metodo, concernenti principalmente l'unità
 della Scienza fisica, e de' suoi principj, e la maniera più chiara, e più sicu-
 ra di ragionare. Sono però convinto, che non avanzercmo gran fatto cam-
 mino, almeno fin a tanto che intorno le massime fondamentali di questa di-
 sciplina dureranno i dispareri, e dominerà lo spirito delle fazioni.

CAPITOLO SECONDO

D'un assioma comune a tutti gli antichi Fisici.

I.

Certi assiomi sono forse di minor uso, perchè troppo chiari, ed eviden-
 ti, come per cagion d'esempio: una cosa non può nel tempo medesi-
 mo essere, e non essere: il nulla non è fornito di qualità. Egli è vero, che
 in sì fatte manifestissime proposizioni va finalmente a terminare l'ultima
 analisi degli umani raziocinj: ma rare fiate interviene, che si muova que-
 sto passo, se non se per opporsi alle vane sottigliezze de' Settici, o alle me-
 scchine gavillazioni degli ostinati. I pronunciati, de' quali favello, per l'am-
 pio circuito delle Scienze ugualmente si dilatano, ed io vado in cerca di
 quelli, che più da presso alla Fisica ponno applicarsi: ed il primo, che si af-
 faccia, si è il tanto famoso

EX

❧

Ex nihilo nihil, in nihilum nil posse reverti,

viene a dire, che dal nulla una qualche cosa non nasce, e nel nulla una qualche cosa non si risolve: assioma, che da' vecchi filosofanti è stato concordemente piantato, siccome fondamento delle fisiche speculazioni.

II.

E da tale principio anno eglino unanimamente dedotta l'eternità della materia, o messa in moto da un primo Motore per sentimento d'Aristotele; o ordinata da una mente provida giusto l'opinione degli Stoici; ovvero regolata dal Caso secondo Epicuro; o finalmente diretta da una fatale necessità conforme Stratone. Questa illegittima conseguenza ha posto in guardia i Teologi, ed ha loro dato motivo di limitar l'assioma; ammettendolo per vero, quando si pongono semplicemente in opera le forze finite della Natura, ed escludendolo siccome falso, ogni qual volta vi s'impieghi la forza infinita dell'Autore della Natura medesima.

III.

Io per me non arrivo a capire, qualmente il nulla possa mai essere il subbietto, da cui si cavan le cose; conciossiachè se al niente non compete qualità alcuna, o per meglio spiegarmi, alcuna realtà; egli è evidente, che non può fondarsi sul nulla qualunque essere corredato di proprietà vere, e reali. Quando dunque si dice, che Dio ha estratto il mondo dal niente, la proposizione ha un ottimo senso: cioè, che ciò che comincia ad essere per via di creazione, prima non c'era, e che la cosa prodotta, dal suo Facitore distinta, non è un pezzo di Divinità, conforme mal asseriscono gli Spinofisti. Che se poi la proposizione stessa si porta un passo innanzi, quasi che Iddio siasi servito del niente siccome d'una miniera ineshausta, donde abbia cavate le creature; parmi, che l'espressione possa essere alquanto più chiara, e più sincera in dicendo, che tutto ciò, che esiste fuori di Dio, l'ha tirato Egli dal tesoro delle sue idee, e della sua onnipotenza. Anzi Scoto, fra gli Scolastici cognominato il Sottile, ci ha benissimo avvertiti, che qualisia cosa ha per base della sua essenza, e delle sue proprietà un qualche divino attributo. Intanto la materia è estesa, in quanto Dio è immenso: e la mente umana è consapevole di se medesima, perchè in Dio risiede un'infinita coscienza. Non ci darà dunque noia la illazione de' Fisiici Greci, che se dal nulla non si genera salvo che il nulla, la materia debba supponersi eterna: qualora si rifletta, che tutte le cose traggono l'origine, non mai dal niente, ma bensì dalla potenza, e dalla volontà di un Ente infinito, ed eterno. Intorno un punto di tanta importanza mi riservo di ragionare accuratamente, quando più di proposito m'interne-
rò nelle affezioni della materia.

IV.

IV.

In questo mentre un acutissimo Geometra, ed è l'Abb. D. Guido Grandi, si è dato a credere, che il niente replicato infinite volte si renda atto a produrre qualche cosa. Sin a tanto, che siamo dentro i confini del finito, per quanti zero in una somma si congiungano, non fanno mai altro, che zero. Ma quando l'operazione all'infinito si estende, l'aggregato d'innumerabili nulla si trova essere equivalente ad una data quantità. Nè desume egli la pretesa dimostrazione dalla grandezza $\frac{1}{2}$, la quale del pari

può esprimersi per la frazione $\frac{1}{1+\frac{1}{2}}$. Ora se istituisco colle regole note una iterata divisione, che mai a fine non si riduce, mi si presenta la serie composta di termini infiniti $(A) \quad 1 - 1 + 1 - 1 + 1 - 1 + 1 - 1 \&c.$

$$= \frac{1}{1+\frac{1}{2}} = \frac{1}{2}$$

Ognuno comprende, che la progressione segnata (A) continuata senza fine contiene in se stessa infiniti nulla; essendo che $1 - 1 = 0$, e pure la sua somma totale non è già zero, ma una quantità data $= \frac{1}{2}$: per la qual cosa il nulla infinitamente replicato ci dà una grandezza finita.

V.

Prima di soddisfare alla difficoltà con un'adequata risposta, piglio sotto gli occhi la general espressione $\frac{m}{1+\frac{1}{2}} = \frac{m}{1+\frac{1}{2}}$, e per via delle divisioni riducendole ad una serie, trovo (B) $m - m + m - m + m - m \&c.$

$$= \frac{m}{1+\frac{1}{2}} = \frac{m}{2}$$

E perchè si verifica la seguente equazione $1 - 1 = m - m$; ne segue, che prorogate all'infinito ambedue le progressioni (A) (B), tanti nulla nè più nè meno conterrà la prima, quanti la seconda; ma gl'infiniti zero della serie (A) equivagliono alla magnitudine finita $= \frac{1}{2}$, e quel-

la della serie (B) all'altra grandezza parimente finita $= \frac{m}{2}$; dunque se ambo le progressioni contengono una pari copia di termini, e gl'infiniti nulla dell'una, e dell'altra sono una cosa medesima; fra le due quantità $\frac{1}{2}$, ed $\frac{m}{2}$ si rinvenirà la ragione di egualità: lo che è un palpabile assurdo. Appresso per la specie m io posso esporre qualsivoglia grandezza, tanto dell'ordine delle assegnabili, quanto delle infinitamente grandi, e delle infinitamente piccole di varj generi; e perciò gl'infiniti zero saranno eguali a norma della supposizione, che mi piacerà d'eleggere, a quantità tali,

49
 tali, che fra loro si risponderanno non solamente in qualunque data proporzione, ma di più in una o per un verso, o per l'altro infinitamente lontana. Forse un nulla è maggiore, o minore anco infinite volte d'un altro nulla, o pure l'aggregato d'innumerabili zero costituisce una grandezza variabile, che all'infinito si aumenta, o si diminuisce, e che del pari si adatta a tutte le ipotesi?

VI.

Messe in vista le ripugnanze, ci vuol poco ad iscoprire l'equivocazione. Si noti per tanto, che nella progressione (B) s'io mi fermo nei termini pari, la sua somma è sempre nulla: ma se all'incontro faccio pausa sugli impari, diventa la somma stessa eguale alla quantità *m*. Così succede mentre il numero de' termini non esce dai limiti del finito: all'opposto quando all'infinito si procede, nasce l'ambiguità; perchè essendo indeterminato l'ultimo termine della progressione infinita, il porlo pari, o dispari egualmente ripugna. Quindi non essendoci motivo, per cui il valore della serie sia piuttosto la quantità *m*, che il nulla; è necessario, che ci stia di mezzo, e che ci vegna esposto da una media aritmetica fra *m*, ed o; onde rettamente si esprima per $\frac{m}{1+1} = \frac{m}{2}$.

VII.

Restituata al nostro assioma la sua contrastata evidenza, m'inoltro ad investigare, che uso se n'abbia fatto, ed osservo, che dall'essere stato preso più ristretto, o più largo, tirano l'origine le principali Sette degli antichi Filosofi. Metto la materia per universale principio di tutte le produzioni, e primieramente la fingo con Aristotele spogliata di tutte le proprietà, che nei misti si ravvisano; onde non sia nè calda, nè fredda; nè dura, nè fluida; nè pesante, nè leggera; nè opaca, nè trasparente &c., e che di più in essa non si rinvenzano nè sostanza, nè quantità, nè qualità. La sua natura semplicemente consista nell'essere un comune soggetto di tutte le forme, le quali dalla sua potenza quasi da radice germogliano, e sono da essa distinte realmente, conforme c'insegnano per la maggior parte i Peripatetici. Posto ciò bisogna farsi a considerare, se le forme nel suo essere compiute abbiano proporzione di sorta alcuna con quella entità imperfettissima, cui si dà nome di materia prima, dal cui seno scaturiscono; la quale altro non è fuorchè una potenza metafisica, una spezie d'ideale relazione, un non so che fra l'essere, e il nulla, e che per servirmi della frase di Sant'Agostino, solamente *ignorando intelligitur*. Ora comprenda chi può, qualmente le innumerabili proprietà, di cui vanno adorne le sostanze, da un fondo tanto meschino, e povero estrarre si possano. Gli Aristotelici dunque oltre il dovere anno dilatati i confini dell'assioma, su cui ragionano; contentandosi, che una idea astratta, o piuttosto un vocabolo serva di base a

70
tutta la varietà de' composti: attalchè per sro mezzo si metta a coperto il gran principio, che le cose dal nulla non si producono.

VIII.

Con affai maggior circospezione del menzionato assioma si valsero gli Epicurei. Avendo eglino annessa ne' loro atomi omogenei per la sostanza alquante affezioni, parte simili, cioè la durezza, ed il moto, e parte dissimili, cioè la grandezza, e la figura: si credettero, che la sola differente combinazione delle particole elementari fosse sufficiente a spiegare tutti i fenomeni. Ed in fatti se tra gli atomi se ne trovano alcuni più grandi, ed altri più minuti; alcuni lisci, ed altri scabri; alcuni rotondi, ed altri uncinati: e fra i composti alcuni più densi, ed altri più rari a cagione del vuoto interferito; non è malagevole impresa il render ragione della solidità, e della forza del lume, della fluidità dell' aere, e dell' acqua, della saldezza dei corpi duri, e di moltissime naturali apparenze. Il punto sta, che siamo poi astretti a fare il gran salto, e ad inghiottire il molto massimo inconveniente, che dagli atomi privi di senso, e di cognizione, col semplicemente accozzarli insieme, nascano le sensazioni, ed i pensamenti. Ed è un miserabile sutterfugio il ricorrere alla rotondità, alla politura, alla menomezza, ed al rapido ruotamento degli atomi; avvegnachè se ogni atomo in particolare non s' a d' essere, accoppiandone parecchi, e formandone un aggregato, capirò bensì, che si mutino i contatti, e che si diversifichino le positure; ma non mai, che si generi una coscienza; essendoci troppo grande sproporzione tra la causa, e l' effetto. Ben è vero, che il celebre Pietro Gassendo da questa, e da altre mostruose opinioni ha purgato il Sistema d' Epicuro, il quale illustrato, e corretto può camminare del pari colle più rinomate ipotesi fisiche.

IX.

Faccio passaggio ai Capi di Setta, che persuasi non potersi con un solo principio omogeneo soddisfare a tutte le operazioni della Natura; ne anno ampliato il numero, mettendone chi più, chi meno a misura de' varj loro divisamenti. Ricordo i quattro elementi d' Empedocle adottati anco da Aristotele, e per ora generalmente avvertisco, che quanto più si aumenta la moltitudine delle sostanze primigenie, tanto maggiormente viene a ristringersi il sopraddetto assioma. Ad esso niuna limitazione arrecherà certamente l'omeomeria di Anassagora, il quale confondendo i principj coi fenomeni voleva, che niente mai di nuovo si generasse.

*Pensa egli dunque, che il principio primo,
Che da Lui vien chiamato omeomeria,
Altro non fosse, che una confusione,
Una massa, un miscuglio d' ogni corpo:
In guisa tal, che il generar le cose*

Sola.

*Solamente consista in separarle
 Dal comun Caos, ed accozzarle insieme
 E così l'ossa di minute, e piccole
 Ossa si creino, e di minute, e piccole
 Viscere anco le viscere si formino:
 Di più briciole d'or l'oro si generi:
 Cresca la terra di minute terre,
 Di fuochi il foco, d'acque l'acqua, e finge
 Che ogni altra cosa in guisa tal si faccia.*

Appoggiava costui, se io mal non mi appongo, il suo Sistema alla comune esperienza, che di tutto non si fa tutto. Un sasso non è atto a cangiarsi, come le vivande, in carne, ed in ossa: segno manifesto secondo lui, che nel sasso non si contengono le particelle d'ossa, e di carne, le quali dai cibi, e dalle bevande, che ci servono di quotidiano alimento, opportunamente si separano.

X.

Spesse fiate per voler conseguir troppo, nulla si ottiene. Nella sentenza d'Anassagora i principj, e i prodotti talmente si mescono, e s'imbrogliano, che essendo impossibile il distinguerli, e gli uni, e gli altri svaniscono. Io non getterò parole in oppugnare una sentenza da lungo tempo abbandonata: sebbene si è ingegnato Claudio Berigardo di farla rinascere. Darò piuttosto una ripassata su i quattro elementi d'Empedocle, e d'Aristotele, sostenuti con vigore da qualche valentuomo del precedente secolo, e contro d'essi muovo due importanti difficoltà. In primo luogo dico, che la scelta è meramente arbitraria, e nata dal pregiudizio de' sensi. Signoreggiano, per così esprimermi, nel nostro globo i quattro gran corpi terra, acqua, aere, e fuoco; perciò senza altro esame si sono assunti siccome quattro generali principj, onde le cose tutte si formano. Immaginiamci di essere trasportati in qualche pianeta o principale, o secondario, in maggior, o minor distanza dal Sole, e che ivi abbiamo a filosofare dietro i dettami del fisico Agrigentino: tengo per fermo, che in ognuna delle gran moli, giusto le sostanze predominanti, se ne farebbe una differente elezione. Si terrebbe saldo il fuoco, o la luce, che da per tutto si spande: per altro in veggendo, che i primarij fluidi, e solidi de' nostri affai più rari, o più densi sono d'indole totalmente diversa dalla nostr'acqua, e dalla nostra terra, e che si dubita, se la Luna dalla sua atmosfera sia circondata; o si dovrebbero in ciascun pianeta pigliare per principj sostanze affatto dispartite, ovvero con più ragione nessuna d'esse potrebbe far figura di Principio.

XI.

In secondo luogo: comechè i quattro noti elementi sotto varj aspetti ci compariscono innanzi; in essi però, al pari de i corpi misti, certe proprie-

52
 prietà comuni ci si ravvisano, e fra queste le quattro qualità principali de' Peripatetici, cioè umidità, e siccità, freddezza, e calore. In ognuna d'esse gli elementi a coppia a coppia convengono: per la qual cosa fa di mestieri esserci un qualche comune principio, su cui le affezioni analoghe si fondino; e che conseguentemente abbiano da escludersi dal numero de' principj quelli, che in altri più semplici, e più generali si risolvono. Oltrechè sebbene Empedocle, per aprirsi la strada a dilucidare una maggior copia di fenomeni, ha stimato bene di adottare i quattro elementi; non per tanto la sua ipotesi, come pure tutte le altre de' vecchi fisici, e de' nuovi chimici riescono manchevoli, ed imperfette. Ci sono molte apparenze, che dalla mescolanza de' suoi elementi, e nè meno dalla separazione dei semi d'Anassagora in nessun modo dipendono, e tali sono la gravità, la virtù elastica, e la comunicazione de' moti, e delle forze. Secondo me rinvieni sempre allo stesso il dedurre un effetto da una cagione aliena, che non ci ha che fare nè molto, nè poco, o il farlo nascere immediatamente dal nulla. Coloro, che danno opera alle fisiche ricerche, tengansi a mente questa verità, per cui impareranno a distinguere i filosofi dai visionarij.

CAPITOLO TERZO

Del possibile, e dell'impossibile.

I.

DOpo aver diligentemente esposti gli usi, e gli abusi, coi quali è stato maneggiato il celebre antichissimo assioma,

*Che nulla mai si può crear dal nulla,
 E nulla mai puote ridursi in nulla,*

mi rivolgo a proporre alcuni più chiari della luce del mezzo giorno, e tanto evidenti, quanto l'evidenza medesima. I primi fondamentali principj delle nostre cognizioni deggiono essere dotati di tre importanti requisiti. Egli è necessario, che sieno universalmente veri, e non soggetti a qualsivoglia limitazione: che sieno generali, onde frequentemente vengano ad uso: e che sieno non troppo astratti, e sterili; ma contengano in se stessi una seconda miniera di conseguenze. Le non mai interrotte meditazioni mi anno insegnato, che tre primi universalissimi principj anno a stabilirsi, a cui tutti gli altri si riferiscono, siccome basi immobili della Fisica: e sono il possibile, e l'impossibile, la indifferenza, e la debita proporzione fra le cagioni, e gli effetti.

II.

E cominciando dal primo, è notabile, che l'acutissimo Cristiano VVolfio delle Sentenze Leibniziane indefesso propagatore premette nelle sue opere la definizione della Filosofia, la quale secondo lui altro non è, se non la Scienza delle cose possibili. Io non ho difficoltà d'accettare per bella, e per buona l'assegnata definizione, ogni qual volta però la nozione del possibile legittimamente si adoperi. Tutti i filosofanti concordemente afferiscono, che ogni qualunque cosa, o proprietà delle cose dee riporsi nella classe delle possibili, mentre non ci presenti una manifesta contraddizione: e da ciò ne segue, che la contraddizione si è quell'unico, e giusto criterio, per cui il possibile dall'impossibile si distingue. In fatti se io mi fingo un essere fornito d'affezioni tali, che vicendevolmente si contraddicono, come per esempio una figura, che sia nello stesso tempo e cerchio, e triangolo; egli è evidente, che opponendosi le proprietà dell'uno a quelle dell'altro, per quanto sforzo io mi faccia per congiungere in una le due differenti idee; restano esse a mio dispetto separate nella mia mente, ed in istambio di concepire un cerchio-triangolo, mi accorgo, che ora contemplo un circolo, ed ora un triangolo. Non si può dunque tutto in una volta fare, e disfare, mettendo un nuovo attributo, che l'altro già messo cancelli: e nemmeno una potenza infinita arriva a creare, e a distruggere una cosa medesima nel medesimo istante, e colla medesima azione.

III.

E se con tanta chiarezza, ed evidenza cammina la faccenda; donde poi sono pullulate le controversie, che tutto di s'agitano con calore specialmente fra gli Scolastici, intorno il possibile, e l'impossibile? Ciò nasce indubitabilmente, perchè i dotti sogliono contentarsi di poco, e per dar corso alle loro dispute, fanno la sola probabilità misura dell'uno, e dell'altro: mentre in una materia sì delicata, e malagevole non ci vuol meno d'una esatta dimostrazione.

IV.

Pigliano in buona parte i discreti Lettori una mia novella, e forse non più udita proposizione: ed è, che le cose fin ora si sono prese al rovescio. Per farmi intendere io dico, che bene spesso deciderò francamente della impossibilità d'una cosa; attesochè ne sarò convinto da una prova in tutto rigore dimostrativa: all'incontro venendo interrogato, se la tal cosa è possibile; non ardirò alle volte, discorrendo massime colla dovuta circospezione, nè di negarlo, nè di affermarlo. La ragione si desume da ciò, che quantunque presentemente io non ci ravvisi ripugnanza di sorta; può essere, che ce la veda un giorno, o l'altro, conforme più fiate mi è accaduto, e ne ho pubblicato un qualche Saggio. E quando il mio

faccio

fiacco intelletto non giunga mai a discernerla; non mi prometto, che un ingegno più penetrante non me la faccia toccar con mano, o almeno, che la scoperta ai nostri posteri non si riserbi. In tale incertezza, piuttosto che correre rischio d'ingannarmi, non è miglior partito aspettar nuovo lume, e che frattanto il mio assenso in favor della possibilità cautamente sospenda?

V.

Chi bramasse sapere qualmente si siano i fisici adoperati; gli dirò colla mia solita ingenuità, ch'eglino oltre modo sono stati proclivi a dichiararsi parziali del possibile, delusi senza fallo dalle prime apparenze, e senza curarsi di esaminare profondamente il subbietto, e dedurre in lunga serie le conseguenze, che in molti casi gli avrebbero liberati dai pregiudizj. O dunque si assegnino ad una qualche cosa le proprietà, o le leggi della Natura si stabiliscano; inavvedutamente si lasciano correre delle ripugnanze, e delle contraddizioni. Non si creda già, che ne vadano immuni i maestri di primo nome, perchè le opere loro ne sono piene a dovizia, e temo anch'io di urtare frequentemente in questo scoglio quasi inevitabile, benchè segnato nella mia carta da navigare. Per me stimo, che meriti una pari lode colui, che si prende la briga di purgare la Fisica da' vecchi errori, e confronto d'un altro, che di nuove verità l'arricchisce. Nel proseguimento della mia fatica mi nasceranno molte occasioni di rilevare parecchi sbagli in tale proposito; acciocchè in passando da mano a mano, da libro a libro, come alla giornata interviene, non s'guittino a propagarsi, e ad accrescersi.

VI.

Confesso, che in sì fatte inchieste s'incontrano per lo più gravissime difficoltà, e qualche fiata quasi insuperabili; conciossiachè non per mezzo d'ogni filo di raziocinio si perviene a quella particolar illazione, che in se contiene l'assurdo: e sovente accade, che nessuna delle strade da noi battute ci guidi speditamente alla meta: anzi che le più piane, e diritte ci facciano deviare, e che le più torte, ed oblique al termine del viaggio felicemente ci guidino. Talora la fortuna ha il suo ingegno: ma molto si debbe alla sagacità, ed alla industria, e moltissimo all'assiduità, ed alla pazienza di aggirare la cosa per tutti i versi; perchè quand'anche dopo varj tentativi non ci va fatto di scoprire la cercata ripugnanza, non bisogna perdersi d'animo. O dobbiam dunque replicar le ricerche, o almanco tener in bilancia i nostri giudizj.

VII.

Pochi subbietti sono stati con più accuratezza discussi di quello intorno le resistenze, per cui i mezzi fluidi si oppongono al moto de' corpi solidi.

di. Di esso anno scritto ampiamente il Vallis, l'Ughenio, il Nevvton, il Leibnizio, l'Ermanno, l'Eulero, e fra gli altri il Varignon, il quale con una minuta esattezza, carattere proprio di questo autore, non ha lasciato addietro nè meno un picciolo corollario. Si è assunta la resistenza o come costante, o come proporzionale alla velocità o semplice, o duplicata del solido; a misura che si è stimato, che tragga l'origine o dalla tenacità, o dal soffregamento, o dalla inerzia del fluido: i quali elementi, o si sono presi ad uno ad uno, ovvero a due a due, o tutti e tre insieme accoppiati. Appresso si sono poste variabili le forze sollecitanti, ed i mezzi o di uniforme, o di differente densità. In somma per dar l'ultimo compimento alla materia sembra, che nulla siasi trascurato. Eppure se si fosse fatta l'avvertenza, che per estinguere la velocità o acquistata, o impressa non ci vuol meno d'un tempo, o d'uno spazio infinito; si farebbono accorti i lodati geometri, che le Ipoteti da loro adottate, siccome contrarie alla speranza, sono matematiche, e non fisiche. Aggiungerò io, che le due posizioni delle resistenze o costanti, o in ragione dell'attuale semplice celerità deono rifiutarsi, per essere impossibili, e che la terza, la quale misura gli ostacoli dal quadrato della velocità, non ha luogo, salvo che in una sola circostanza: verità tutte, che in progresso si dimostreranno invincibilmente.

VIII.

Sogliono frequentemente i più sublimi analisti, quando talvolta non conoscono le leggi, con cui la Natura regola le sue operazioni, appigliarsi al partito d'abbracciarle tutte sotto una generalissima formola; acciocchè se per avventura la vera, e la legittima viene col tempo a palesarsi, l'abbiano per così dire preoccupata; onde basti limitare l'universale espressione, per cavarne le conseguenze, ad esplicare i fenomeni. Insistendo nell'addotto esempio, si può concepire il problema nella seguente maniera. Nei moti in qualunque modo accelerati, o ritardati, data la resistenza per una generale funzione dell'attuale celerità, e la densità del mezzo per una qualsivoglia funzione degli spazi o corsi, o da correrli; investigare le affezioni del movimento, con cui il solido si fa strada a traverso del fluido. Il quesito, se io mal non mi appongo, è insolubile; perchè nel caso nostro, ed in altri simili gli artifizj più sottili della Geometria, e dall'analisi ci abbandonano; e quand'anche ci riuscisse di venirne a capo; il possibile coll'impossibile talmente si mesce, e confonde, che per separare l'uno dall'altro, ci rimane a soddisfare ad una quistione, che della già proposta è incomparabilmente più ardua. Il Sig. Ab. Giuseppe Suzzi primario Professore di Fisica nella Università di Padova, ammonito dall'esperienza, che un corpo, il quale cammina per un mezzo liquido, più presto, o più tardi si ferma, dopo aver trascorso uno spazio determinato in tempo finito; si è preso l'affetto di segregare que' canoni, che col fenomeno si accordano, dagli altri, che vi repugnano. E nella sua elegante dissertazione nei nostri giornali inserita non contento del primo passo, ci suggerisce gl'im-

dizj,

disj, per iscoprire a forza di accurate osservazioni confrontate coi calcoli dipendenti dalla teorica, le vere leggi delle resistenze, almeno per via d'approssimazione. Ma secondo me rimane sempre un ostacolo da vincersi; conciossiachè mi cade in sospetto, che la Natura nel principio, e nel proseguimento de' menzionati movimenti vada passo passo mutando regole: e sebbene il successivo cangiamento sarà diretto da un incognito magistero; il tener dietro ad una ispezione sì perplessa supera di lunga mano la nostra capacità.

IX.

Per levar di mezzo le dubbietà io propongo due metodi. Il primo è diretto, e consiste nel dedurre dimostrativamente da principj infallibili, o almanco da fenomeni noti le leggi fisiche. Così siamo sicuri, che canoni differenti dagli scoperti la Natura non mette in opra; perchè altrimenti essa darebbe di petto negl'inconvenienti, ed a se medesima ripugnerebbe. Ma qui nasce appunto l'ambiguità, ignorando noi, se le leggi escluse, siccome assurde, e mal convenienti alla presente costituzione di cose, possono aver luogo in un altro mondo fabbricato con differente struttura. Ogni qualvolta i principj sono d'eterna incommutabile verità, le leggi naturali indi per via dimostrativa derivate alla stessa classe appartengono, e vanno del pari colle irrefragabili proposizioni geometriche. Il Sig. Danielo Bernoulli negli atti della reale Accademia di S. Pietro-Burgo ha invincibilmente provato, che il canone delle forze composte, o sia equipollenti è talmente vero, che il non ammetterlo porta seco contraddizione. Nel tempo stesso, seguitando l'opinione del Leibnizio, ripone fra le leggi di pura scelta, e di convenienza quella delle forze vive proporzionali alla velocità duplicata, e quelle altresì del Galileo intorno il moto accelerato dei corpi guarniti di costante gravità. Io su tali punti presentemente nulla decido; conciossiachè il fisico adempie del pari alle sue incombenze, qualunque volta deduce legittimamente le sue conclusioni o da principj d'inevitabile necessità, o da quelli di congruenza, e di elezione. Può essere, ch'egli s'inganni, reputando del secondo genere certe verità, che al primo forse appartengono: ma stando dentro i confini de' fisici investigamenti, non importa guai chiamar in soccorso la geometria più sublime, e la metafisica più sottile, per definire tal sorta di quistioni malagevolissime a sivilupparli.

X.

Il secondo metodo, ch'io propongo, procede indirettamente, e si adopera in ridurre la cosa alla ripugnanza a forza di cavar conseguenze; onde per questa strada obliqua si pervenga alla verità. Ho già insinuato, che in due spezie denno partirsi gli assurdi. Quei della prima si appellino assoluti, e metafisici; perchè in nessuna maniera sanar si possono, e condotti all'ultima analisi vanno a finire nella contraddizione. Gli altri, che

io chiamo relativi, ed ipotetici, ci ammoniscono, che alcune leggi naturali suggeriteci dalla nostra fantasia non entrano nel presente meccanismo dell' Universo; lasciandoci frattanto in dubbio, se per avventura ad un differente Sistema adattar si possano. Degli uni, e degli altri non mancano esempi. Fingasi, che le velocità acquistate dai corpi cadenti animati da una costante gravità sieno proporzionali agli spazi trascorsi; laonde posta (g) la gravità (m), la massa del mobile (u), le velocità crescenti, e (t) i tempi delle discese, abbiassi a norma della ipotesi assunta $gs = mu$, e prese le differenze $gds = mdu$: e giacchè la flussione dello spazio si misura dalla velocità attuale moltiplicata nell'elemento del tempo, che si spende dal grave nel correre per uno spazio minimo, cioè a dire $ds = udt$; dunque sostituendo in vece di ds il suo valore, $g u dt = mdu$, ovvero $\frac{g dt}{m} = \frac{du}{u}$, ed integrando $\frac{gt}{m} = \log. u$. Ma essendo nel principio del moto la velocità nulla, per l'indole della curva logistica il suo logaritmo è infinito; dunque infinito tempo ci si richiede, perchè il mobile cominciando a discendere, acquisti un grado quantunque picciolissimo di celebrità. Dimostrato questo paradosso dal Sig. di Fermat per via del metodo degli antichi, ha egli chiusa la bocca agli avversari del Galileo. Ed ecco una ripugnanza del primo genere; conciossiachè il corpo siccome pesante dee necessariamente calar a basso, e nel tempo stesso si regola la sua caduta con una legge contraddittoria, che lo fa perflutere immobile nel punto estremo della sua sublimità.

XI.

A fine di porre in vista un inconveniente della seconda spezie fingiamo, che ad uno de' nostri Pianeti sia stata da prima comunicata una velocità di proiezione finita bensì, ma però eguale, o maggiore di quella, che sollecitato da una scala di forze serbanti la ragione reciproca duplicata delle distanze dal centro, avrebbe acquistata discendendo da uno spazio infinito. Egli è certo, siccome altrove ho dimostrato, che verrebbe a descrivere una parabola, o una iperbola Apolloniana. Poichè queste due curve si dilungano all'infinito dal foco, che è il centro delle forze, il pianeta si discosterebbe immensamente dal Sole: la qual conseguenza contiene un assurdo non metafisico, ma fisico. Imperciocchè se i pianeti dal Sistema Solare cotanto si allontanassero, ben presto si discioglierebbe il mentovato Sistema.

XII.

Rimane, che compendiando le cose sin qui spiegate, alcuni canoni si stabiliscano. Primo: ciò che è, o che fu, è senza fallo possibile. Di ciò, che farà io mi dispenso dal render conto. Tal uno riputerà, che io scherzi, nel lasciarmi uscir di bocca una proposizione apparentemente cotanto frivola: ma non così coloro, che fanno di quante lepidissime favole.

lette si trovano ingombrati i libri degli antichi maestri, è quel che importa più, anco de' moderni, ai quali siccome più accurati, e molto meno amanti del mirabile, si suole prestar maggior sede. Messe da canto le visioni del popolo troppo credulo, di quante inezie non è imbrattata la Storia della Natura? Ce ne rendano testimonianza due valentuomini Italiani il Redi, ed il Vallisnieri, che ci anno impiegato l'intero corfo della lor vita in nettarla, ed in ripulirla. Quanti sperimenti si pubblicano alla giornata o dubbiosi, o equivoci, o mal circostanziati, o inventati a disegno di puntellare una qualche opinione? In oltre c'è una gran discrepanza fra la Natura veduta cogli occhj nostri, e toccata colle nostre mani, e quella, che su i trattati de' Filosofi sta dipinta. Ognuno s'ingegna di contringerla ad operare a suo senno, e tanti diversi meccanismi ad essa si attribuiscono, quante sono le differenti sentenze. Uno de' principali difetti, che deturpi la Fisica, consiste nel metterfi con soverchia fretta a spiegare fenomeni falsi. Degli effetti immaginari, e spesse fiate impossibili quali ragioni ponno mai rendersi, che non siano vane, ed assurde? Proponeva una curiosa quistione Plutarco: per qual causa cioè i cani, che dal lupo avevano avuta la caccia, superavano gli altri in velocità. Rispondeva, che forse a' più pigri sarà toccata la disgrazia di restar preda della belva persecuttrice: che la paura avrà dilatati i canaletti de' nervi produttori del moto. Aggiungeva altre plausibili conghietture, e conchiudea finalmente, che potrebbe essere, che la cosa non fosse vera. Ci stia sempre fissa nella memoria la gran massima, che prima di tutto abbiamo ad assicurarci de' fatti, e guardarci dalle imposture, indi dar francamente mano ai discorsi; conciossiachè se del vero si danno frequentemente spiegazioni erronee; cosa poi sarà, quando si piglia il falso, e bene spesso l'impossibile per obbietto de' nostri divisamenti?

XIII.

Canone secondor: Ciò che legittimamente dalle cose, che sono, si deduce; può una volta, o l'altra ridursi ad essere, o per lo meno dee giudicarsi possibile. Egli è certo, che non esistono in Natura tutte le infinite curve contemplate dai matematici, e ci mancavano forse poco tempo fa le trattorie, e le logaritmiche. Ma perchè la loro genesi dipende da principi fermi, e da verità conosciute; ha potuto la meccanica inventar ordigni per delinearle; e della esecuzione siamo debitori alla sagacità del Sig. Marchese Giovanni Poleni, il quale con un semplicissimo strumento ci ha insegnato a descriverle tanto esattamente, quanto con l'uso del compasso una periferia circolare. Non solamente la Natura tal fiata produce effetti stupendi, e fuori del consueto, come ai nostri giorni i famosi fuochi di Gotico nella provincia Trivigiana, dei quali ha dottamente ragionato sulle mie oculari osservazioni il Sig. Lodovico da Riva; ma di più l'industria umana accoppiando insieme varie materie, ed in mille sogge mescolandole, fa di giorno in giorno nascere delle novità inaspettate, o promovendo l'arti vecchie, o introducendo lavori per l'addietro non praticati, e fra
que-

questi alcuni tanto maravigliosi, che trammandati alla posterità appena acquisteranno credenza. Con seco ha portato alla sepoltura il suo segreto colui, che sotto gli occhi di tutta Vinegia staccava dalle pareti le vecchie, ed eccellenti pitture a fresco, e ridotte in tanti quadri altrove le trasferiva. Separava egli dalle antiche muraglie, senza punto intaccarle, la sola intonacatura con tanta destrezza, che per quanto fosse grande la superficie, non faceva pelo, e rimanevano intatte le figure, e i colori. Di quai cementi, e di quali artifizj si servisse costui, che da se solo operava, è difficile l'indovinarlo.

XIV.

Canone terzo. Non si giudichi impossibile tutto ciò, che ci si presenta sotto l'aspetto di paradosso; imperciocchè certe ripugnanze velate da una ingannevole apparenza, sovente spariscono, se ad una rigorosa disceusione si sottopongono. In tal guisa o si toglie di mezzo il mirabile, o si comprende, che la verità con esso talora si accoppia. E qui si avverta, che le cognizioni, le quali ci vengono dalle Scienze più sublimi, sono spessissimo alle popolari direttamente contrarie, e siccome tali oltre la volgare intelligenza si estollono. Che gioverebbe il logorarsi il cervello negli studj, se altre notizie non si acquistassero, salvo che quelle, che alla gente di mondo sono comuni, e che col conversare accompagnate da moltissimi pregiudizj si apprendono? Sino i più abbietti operaj nelle loro arti fanno ciò, che gli altri ignorano, ed avviene, che si prendan giuoco di taluno inesperto del mestiere, che presume di far loro addosso il maestro. Rampognato un Musico da Filippo Re di Macedonia per un passo creduto difetto; acutamente rispose: farebbe vergogna, o Signore, che nella mia arte voi più di me ne sapeste. Non è da stupirsi, che rispetto al popolo facciano figura di paradossi le verità insegnate dall'Astronomia, dall'Algebra, e dalla Fisica stessa, facoltà lontaniissime dagli ordinarij concepimenti; mentre alla giornata interviene, che soggetti consumati nelle scienze restino sopraffatti in alcune dottrine maravigliose, impenstate, ed appena credibili, che colla lor novità gli tengono lungo tempo sospesi, ed irresoluti; attalchè non s'inducono ad abbracciarle, se da ogni lato non le contemplano, e se non rinvencono in essa tutte le note, ed i criterj dell'evidenza.

XV.

Chi si sarebbe avvisato, che la Fisica con suo profitto giugneste a tanto di far uso dell'impossibile? Sono conosciute dagli analisti certe quantità contraddittorie, che appellansi immaginarie, le quali in alcuni incontri ai naturali investigamenti ponno applicarsi. Egli è vero per una parte, che se a cagion di esempio una velocità, una forza, un tempo, uno spazio mi vien esposto per taluna di queste grandezze, la quale per essere in se stessa ripugnante, non si legge scritta sul libro della Natura; sono abbastanza

ammonito, che l'ipotesi onde nasce la conclusione è assolutamente impossibile. Dall'altro canto poi due quantità immaginarie insieme accoppiate mi danno una grandezza reale: ed in oltre se le radici immaginarie o da se sole, o aggiunte a quantità date poggiano ad essere esponenti di potestà variabili, le locali equazioni indi nascenti appartengono a curve vere, e spesso s'iate de' mo' naturali regolatrici. Lascio a' geometri la briga di sviluppare il misterio, ed avverto altro essere il progresso reale della Natura, ed altro l'artificiale de' nostri metodi. Basti per ora che anche l'impossibile arrechi utilità, e venga a festa nella soluzione de' problemi più ardui.

XVI.

Canone quarto, ed ultimo. Delle infinite cose possibili, che stanno nascoste nel profondo della divina Onnipotenza, pochissime sono quelle, che pervenir possano alla notizia degli uomini. Le creature ad altri mondi spettanti, e guarnite di proprietà non solamente incognite, ma eziandio inescogitabili, di lunga mano trascendono le nostre idee. Meditando noi sul possibile, abbiam sempre in vista que' soli obbietti, che ne' nostri sensi, e conseguentemente nella nostra anima fanno impressione, or ampliandoli, ora restringendoli, ed ora insieme accozzandoli. In ordine a ciò gli attributi particolari si fan comuni, o al rovescio, e si adattano causalmente a sostanze tali, cui in nessun modo convengono. E siccome tutto ciò, che attualmente esiste, è stabilito nella sua essenza, e nelle sue affezioni; così nel mescolare, e confonder le cose, per lo più si dà di petto nell'impossibile. Non consiglierei mai il filosofo a pascere l'intelletto di sì fatte visioni, se non se per isvelare gli errori altrui, guardandoci frattanto di non aggiungerne de' proprj; perchè suo istituto si è ripescare, radendo il lido, qualche verità intorno le cose, che realmente sono, e non mica alzar vela nell'immenso Oceano del possibile, che non ha, nè fondo, nè spiaggia.

CAPITOLO QUARTO

*Proseguimento del soggetto intorno il possibile,
e l'impossibile.*

I.

MI faccio ad esaminare lo perchè si pigliano tanti sbagli sul possibile, e sull'impossibile, e si disgiungano inavvedutamente le nozioni confacenti, o si raccolzano le ripugnanti. Io non assumo l'impaccio di tessere un prolisso catalogo di fisiche specolazioni, che ben esaminate vanno a terminare nell'assoluta impossibilità; avvegnachè di rado il falso col possibile si accorda. A mio parere il motivo del disordine in ciò consiste, che l'idee,

+ ~~Le quali~~ le quali agli obbietti de' nostri investigamenti corrispondono, sono frequentemente disquisate, e confuse, e bene spesso non si bada salvo che alle prime apparenze. Non è dunque maraviglia, che due idee torbide insieme si accoppino, quantunque onninamente disparate: ovvero che non potendosi unire senza un lungo giro di raziocinj, incautamente si separino. Fa di mestieri per internarsi nella natura delle cose, trattenerli di proposito sulle idee primigenie; ponendo indefesso studio nel ben concepirle, nel purificarle, nello stenderle, e nel combinarle. Così ci verrà fatto, se pure ci verrà fatto, che a forza di replicar i discorsi, e di cavar conseguenze, ci si svelino le ripugnanze, o ci si palesino le congruenze, e che non si peccchi o per un verso, o per l'altro; conciossiachè qualora non si vede chiaro abbastanza, non si dee recare un precipitato, e cieco giudizio.

II.

+ Su i caratteri del possibile, e dell'impossibile si fondano le essenze delle cose, e ad essi si appoggia la loro identità, o la lor distinzione. In prima convien determinare accuratamente in qualunque soggetto l'attributo più semplice, il quale si concepisce come principale, e come radice de' secondarij, ed abbiasi per tale uno di quelli, da cui non si può prescindere, senza che si distrugga, e si dilegui l'idea, e nulla rimanga, che serva di base a' nostri ragionamenti. Concedo, che sovente ci viole della sagacità per non sbagliare nella scelta della proprietà capitale, che debbe comparire dotata d'alquanti requisiti, cioè d'essere inseparabile dal soggetto, e dall'idea, che alla mente lo rappresenta; d'individuare il soggetto in guisa, che ad altri appartenere non possa; e di far figura di principio, da cui tanto le proprietà primarie, quanto le secondarie traggon l'origine. Le verità primigenie si collocano o fra gli assiomi, o fra le semplici definizioni di nome, che suppongono l'idea già compiuta; e per risvegliarla, o per formarla nell'intelletto degli uditori non ci si richiede salvo che liberarsi dall'equivocazione, ed esporre a chiare note il significato del vocabolo, per cui ci par bene di esprimerla. Per la qual cosa le prime nozioni senza altra prova si ammettono: essendo una vanità il farsi a dimostrare l'indemonstrabile, ovvero con un giuoco puerile di ciance ripetere con voci sinonime più volte lo stesso concetto. All'incontro le verità, che io chiamo di conseguenza, che alle primarie più da vicino si accostano, o da esse per maggior tratto si dilungano, vogliono dimostrarsi; altrimenti non si ricevono se non se forse per probabili conghietture.

III.

Sin quì rarissime fiate accaderà, che s'inciampi nell'impossibile; perchè l'idee semplici, ed originali non soggiacciono a contraddizioni. Escano in tempo i paralogismi, e spesso tanto nascosti, che si dura fatica a metterli in vista, ogni qualvolta più idee si congiungono insieme, e di molti elementi si compongono. In sì fatti casi, ne quali ci allontaniamo dalla

42
della semplicità, che suol essere la nota del possibile, i dati, ed i quisti s'imbroglia, e la mente si distrae nella contemplazione di varie particolarità; attalchè dubitando noi, se deggiono unirsi, o segregarsi, e se mutuamente si leghino, o si escludano; facilmente si adotta il falso sotto l'apparenza del vero. Ordinariamente i Filosofi si contenan di poco, e si gettano in braccio del verosimile: ed è notabile, che le ragioni, colle quali a vicenda s'impugnano, sono per lo più armi spuntate, messe lor in mano da una fiacca probabilità. Così le Scienze guari non avvanzan cammino, e non si trova nè capo, nè via per deporre le solite incertezze, ed affermare la verità.

IV.

E' cosa più agevole il mostrar a dito il disordine, che porci un adeguato rimedio: ma pure gioverà valersi del metodo, che io suggerisco. Fa d'uopo dunque meditar seriamente sulle proprietà, che ad un soggetto si attribuiscono, separandole l'una dall'altra, e ad una ad una partitamente esaminandola. La pigrizia non ci distorni dal tirar conseguenze, le quali quanto faranno più numerose, più giuste, e più estese, tanto maggior lume ci recheranno: guardandoci però di non aggirarci per un circolo vizioso, e di non incorrere in qualche petizione di principio. Le illazioni con lungo filo dedotte ci mettono in possesso del soggetto, e per non lasciarcele uscir di mano, convien distribuirle nelle lor classi, ed a ciascun attributo in particolare adattar quelle sol tanto, che da esso unicamente dipendono. Chi smarrita la guida del metodo torna a mescolarle, e a confonderle; sappia, che le sue idee in vece di acquistiar chiarezza, e distinzione, peggio di prima s'intorbidano, e s'involuppano. Per ultimo la serie delle conseguenze cavate separatamente, e da differenti principj si pongano opportunamente al confronto per vedere, se alcune d'esse a coppia a coppia convengano insieme, oppure discordino; e qual sorta di unione, o contrarietà ci si ravvisi. In tal guisa arriveremo a distinguere l'impossibile dal possibile; attechè il primo dà luogo, quando si tenta di congiungere proprietà, che si distruggono scambievolmente, ed al secondo basta, che due attributi apparentemente ripugnanti si uniscano in un centro comune, quantunque talvolta lontano.

V.

La materia, su cui mi trattengo, è seconda di proposizioni altrettanto vere, quanto stupende, ed inaspettate. Chi si sarebbe avvisato, che mutata semplicemente una qualche circostanza, e non mica essenziale, si passasse alle volte dall'impossibile al possibile; oppure al rovescio. Su questo punto bisogna star bene intesi per non lasciarsi sedurre, e conviene applicar destramente le verità note alle supposizioni, che ci occorre di maneggiare. Ci si offeriscono delle conclusioni a prima vista stravaganti, qualunque fiata da un lato si poggia all'infinito, e dall'altro si discende all'infinito.

finito, e dall'altro si discende all'infinitesimo. Per fino alcuni evidenti affioni accoppiati coll'infinito non reggono, e non ci denno recar noia, sebbene non si verificano. Qual pronunziato è più chiaro dell'Euclideo, che il tutto è maggiore della sua parte, e conseguentemente, che tra la parte, ed il tutto non si dà uguaglianza? In questo mentre abbiasi a segnare la strada d'un raggio luminoso, che partendo da un punto dato, passa a traverso d'una lente di vetro, e soffre una doppia refrazione. La formola generale in qualche caso particolare ci proporrà siccome uguali due linee rette, una delle quali supera l'altra per una determinata grandezza. E benchè la prima faccia figura di tutto, e la seconda di parte, non per tanto si accusi di falsità l'equazione: anzi francamente si concluda restar noi da essa ammoniti, che il raggio rifratto cammina parallelo all'asse della lente; e che intanto le linee sono eguali, in quanto sono infinite, ed il foco infinitamente rimoto. E la ragione si è, perchè la lor differenza finita alle medesime ha una proporzione infinitamente lontana, e perciò non si turba nè punto, nè poco l'egualità. In parecchie occasioni, ed anche fuori degl'investigamenti matematici, e fisici, verrà a festa la massima, che certi affioni coll'infinito mal si confanno, e nella infinita per così dire si perdono.

VI.

L'analogia fra il retto, ed il curvo ha sempre dato che pensare agli antichi maestri, e solo a' giorni nostri si è pienamente conosciuto qual commercio passi fra questi due generi di grandezze, che pajono incompatibili. Egli è necessario far uso delle quantità infinitamente picciole di varj ordini, e maneggiarle come se fosser finite, serbata però la debita circospezione. Non si creda già, che i teoremi tutti, i quali si verificano nelle flussioni evanescenti, abbian luogo nelle magnitudini assegnabili; conciossiachè nel primo caso sottrahendo bene spesso l'adequazione all'egualità, le formole algebratiche, e i raziocinj geometrici a maggior semplicità si riducono. Nella comune Geometria, e nell'Analisi Cartesiana non è lecito trascurare qualsivoglia grandezza, quantunque picciola, senza cadere in paralogismo, e conseguentemente nell'impossibile, se non se quando siamo contenti d'un'approssimazione, qualmente si pratica ne' computi trigonometrici. Vice versa facendo uso degli elementi minimi, per istrada s'incontrano alcuni termini appartenenti ad un genere di quantità incomparabilmente minori di quelle, che servono allo scioglimento del problema. Di questi non si tien conto, e dalle formole francamente si cancellano: con che le operazioni riescono più facili, e più spedite. Per la qual cosa trattandosi delle prime differenze è permesso di concepire le curve tutte siccome tanti poligoni composti d'innumerabili linee rette diversamente inclinate; imperocchè fra le corde minime, e gli archi corrispondenti, che si assumono in qualità di flussioni del primo ordine, c'è un divario, che si esprime per un elemento della seconda classe, il quale non induce disuguaglianza. Similmente abbianci ad adoperare le seconde differenze per sod-

di-

disfare ad una quistione; in tal caso le curve si considerino siccome un aggregato d'infiniti archi minimi circolari, descritti da varj centri, e con differenti senidiametri: e così passerà una più stretta egualità fra gli archi inassegnabili de' cerchj combacianti, e quei della curva; perchè non differiranno, salvo che per una quantità del terzo grado. Sospetterà taluno, che le conclusioni per tal via dedotte sian sol tanto adeguatamente vere, e che non giungano all'ultima geometrica esattezza, se non se in quanto l'errore è inassegnabile, e di qualsivoglia dato minore. Ma in cotali sottilissime ricerche, non ostante che paja, che si piglino delle licenze; si perviene tuttavia alla più scrupolosa precisione; avvegnachè dobbiam avvertire, che ciò, che nel differenziare si trasfanda, nell'integrar si riassume. Di vantaggio non mi fermo su questo punto, e mi rimetto a coloro, che si sono internati ne' segreti de' due metodi differenziale, e sommatorio.

VII.

In tanto nel leggere con attenzione le opere di alcuni moderni filosofi, mi sono accorto, ch'eglino anno trovato il modo di copulare attributi assolutamente contraddittorj. E per dar qualche colore agli strani loro concipimenti, ci rimproverano la nostra ignoranza, e stabiliscono siccome un primo infallibil principio, che la mente umana è così corta, che della essenza delle cose per quanti sforzi ella faccia, non può mai venire in cognizione. Conseguentemente chi non vede, che non ci è disdetto di raccozzare insieme tutto ciò, che si vuole; conciossiachè siamo sempre all'oscuro, se quella special proprietà, che ad un subbietto adattar ci piace, convenga, o ripugni all'attributo fondamentale, che ne costituisce l'essenza, e ci è totalmente ignoto. Vaglia per tutti l'esempio del Sig. Locke famoso metafisico Inglese, il quale non cra alieno dal credere, che il pensamiento potesse essere un' affezione della materia. Diceva, ch'essa è fornita di moltissime proprietà non solo sconosciute al nostro fiacco intendimento, ma affatto inescogitabili. Chi ci vieta dunque d'assegnarle anche la percezione radicata nella sua inima sostanza? Almeno non si sorge ripugnanza, per cui non possano star insieme l'estensione, e la coscienza.

VIII.

Sul potrebbe essere si fondano delle strane immaginazioni, e si spiana oltre modo larga la strada ad un capriccioso Pirronismo; avvegnachè non ci è assurdo, che nelle Scienze non s'introduca, nè principio evidentissimo, che non si distrugga. Per venire in notizia della congruenza, o della discrepanza delle idee, che sono le immagini degli obbietti, egli è necessario, ch'io mi vaglia di quelle proprietà, delle quali ho chiara contezza: a che giova mai il ricorrere alle sconosciute? Accaderbbe per tanto, che nulla mai si sapesse; essendo impossibile cavar conclusioni note da' principj onninamente impercettibili: ovvero che gli attributi si congiungessero a caso; restando sempre in noi una invincibile dubbietà, se colla essenza delle cose

61
 cose vada d' accordo il supposto arbitrario accoppiamento. Ora una principale proprietà, cioè l'estensione inerte io ravviso nella materia, e tutti i fenomeni fisici me la danno apertamente a conoscere. Posso spogliarla del moto, e della forza, senza che me ne svanisca l'idea: perchè un corpo o in movimento, o in quiete è sempre lo stesso corpo: ma non così della inerzia, o sia della ripugnanza al cangiamento di stato; attesochè equivocherebbe essa collo spazio nudo incapace di azione, e di reazione, o vogliam dire col nulla. Similmente il primario attributo dell'anima consiste nella coscienza, o nell'intimo sentimento di noi medesimi: e metto da canto le altre affezioni, le quali si vanno successivamente mutando. Per la qual cosa la mente sempre mai non riflette sulle sue interne modificazioni, nè fa uso della sua volontà. Ed ecco i due poli immobili, intorno ai quali dee raggararsi il nostro discorso. Seguitando dunque le vestigia del metodo superiormente insinuato, si separi l'estensione impenetrabile dalla coscienza, e dall' uno, e dall' altro fonte si derivino le conseguenze opportune, e poi nel confrontarle si vegga, se le menzionate proprietà possano unirsi nello stesso soggetto; oppure sian talmente contrarie, che di far insieme lega ad ogni patto ricusino.

IX.

Ma prima si ascolti il Sig. Locke, il quale s'ingegna a tutto potere di accostar più da presso l'anima alla materia, e tenta di persuaderci, che in ogni tempo, ed in qualunque caso la mente non è guarnita di pensiero, e per conseguenza non sa di essere. Ne adduce in prova coloro, che dormono profondamente, o sono caduti in deliquio. Il sonno è certamente accompagnato da sogni: egli però mi opporrà, che non sempre si sogna: ed io ripiglierò, onde lo sappia? se ne desunirà la conghiettura dal non conservarsene la rimembranza, l'indizio a me sembra molto sievolissimo. L'esperienza c'insegna, che di due, i quali nello stesso letto riposano, uno si sogna, ed il compagno per avventura desto a i segni, e tal volta al parlare se ne accorge: eppure il primo non si ricorda la mattina d'aver sognato. Di certe fiacche, e mute impressioni non rendiam conto; perchè le loro orme facilmente nell'organo della fantasia si cancellano: ed anche vegliando non ci sovviene di moltissimi pensamenti, che di fresco ci sono passati per mente; imperciocchè la memoria d'essi si dilegua, quando non viene avvalorata da una forte riflessione, per cui si ricalca l'impronta d'un concepimento, del quale non vogliamo dimenticarci.

X.

Scoperta la debolezza della ragione allegata dall'acutissimo Inglese, m' inoltro, e dico urtar lui in un massimo assurdo, coll' interrompere fuor di proposito il commercio fra il corpo, e l'anima. Essa scesa dal sonno, o da uno sfinimento cessi di pensare: dimando qualmente ripigli le sue cogitazioni, e torni ad essere conscia di se medesima? Certamente da se stessa

Tom. II. Opere Risc.

I

noI

noi farà mai; concioffiachè perseverando il corpo nelle premesse costituzioni, la mente non si risveglierà dal suo letargo, e non eserciterà qualsivisia intima azione vitale. Egli è dunque indispensabile, che il corpo si rimetta in migliore stato; acciocchè all'anima, quantunque non distinta dalla materia, di cui si finge composta, si restituisca la facoltà di pensare, la quale secondo il Sig. Locke necessariamente dipende dalla buona disposizione, e dal regolare movimento degli organi. Ma fin a tanto, che siamo vivi, i fluidi circolano, le fibrille de' sensorj s'increspano, ed oscillano, e conseguentemente l'immaginativa non se ne sta in ozio: sebbene i fantasmi sono talmente languidi, che per lo più di se non lasciano traccia, onde la memoria se ne conservi; qual motivo abbiamo di asserire, che almanco per un breve spazio di tempo se ne munia la sola coscienza? L'unione dell'anima col corpo in ciò unicamente consiste, che ai moti corporei sempre mai rispondano le interne percezioni; dunque si conchiuda, che stando la fantasia in un'agitazione perenne o tenue, o gagliarda; del pari si suscitano nella mente le sensazioni appropriate; perchè finalmente il più, ed il meno non diversifica le leggi costanti della Natura.

XI.

Rimosse le insussistenti opposizioni, esaminò le due menzionate proprietà, viene a dire l'estensione inerte, e la coscienza. Non mi prendo la briga d'indagare, se costituiscano l'essenza per una parte delle sostanze corporee, e per l'altra delle spirituali. A me basta il sapere, che tolte esse di mezzo, quantunque i due soggetti appoggiati forse ad un non so che d'antieriore tutta via sussistessero, non mi resterebbe su che discorrere, mancandomi sotto i piedi la base della struttura. Avrei per sorta ad abbandonare gli attributi reali, e palesi, e girare il ragionamento per discernere, se stanno bene congiunte insieme la spiritualità, e l'essenze scolastiche, o le monadi Leibniziane? Il tentativo a mio parere sarebbe inutile, ed anco dannoso; perchè mi lascierei uscir di mano i principj certi, per correr dietro agli immaginarij. Niun filosofo di buon senso può richiamar in dubbio, che ogni qual volta si dà manifesta ripugnanza fra due nozioni fondamentali, attalchè una escluda l'altra; egli è impossibile, che da un solo soggetto amendue possano essere sostenute: altrimenti nell'irle esse in campo la contraddizione, unico criterio dell'impossibilità.

XII.

Cerco per tanto, se alla materia la coscienza possa accoppiarsi, e dietro la scorta de' Cartesiani (non sapendo io darmi pace, che alla giornata si sovvertano alcune verità incontestabilmente stabilite) osservo, che la materia estesa, e solida ammette divisione attuale; attesochè essendo le parti una fuori dell'altra, non ricusano d'essere separate, e bene spesso in virtù del moto, che ad esse compete, una coll'altra permuta luogo, ovvero scambievolmente si discostano, e si approssimano. Per la qual cosa in un pezzo

pezzo di materia composto di elementi distinti, che all'infinito ponno partirsi, ed a movimenti diversi frequentemente soggiacciono, non si ravvisa perfetta unione, e molto meno rigorosa unità. All'opposto la mia coscienza, cioè quell'io, per cui so d'essere nel tempo stesso, ch'io sono, è uno, ed indivisibile; di modo che per quanto sforzo io mi faccia, non posso disgiungerlo da me medesimo, e non arrivo a concepire la metà d'un io, oppure un io doppio dell'altro. Quivi la coscienza, sebbene a varie successive modificazioni soggetta, non per tanto in qualunque stato persevera sempre la stessa, e so, ch'io sono quel desso, che ora affermo, ed ora nego, che ora sento piacere, ed ora dolore. Come dunque all'estensione quanta può mai addossarsi la coscienza, congiungendo insieme il divisibile, e l'indivisibile?

XIII.

Forse si pretenderà, che il punto materiale privo di parti sia di se medesimo consapevole. Rispondo, che la trina dimensione col suo inesauribile partimento non si risolve ultimamente nell'individuo, a cui può andarsi sempre accettando, senza mai pervenire all'estremo termine della sua divisione, ed una tal verità farà in progresso da me geometricamente dimostrata. Fa dunque mestieri applicar la coscienza ad un pezzo d'estensione inerte composto d'un determinato numero di particelle, le quali non ognuna da per se, e siccome dalle compagne disgiunta, ma in comune, e per via d'una strettissima connessione li abilitino ad unirsi in un solo pensiero; attalchè la metà d'esse, a cagion d'esempio, non ami, e desideri, mentre l'altra metà nello stesso momento odia, ed abborre; e così tutte insieme nel medesimo interno sentimento cospirino. Confesso di non capire, qualmente un aggregato di atomi soddisfaccia a due disparatissime funzioni, ed adempia il doppio uffizio di corpo, e di mente. Siccome corpo organizzato dee nutrirsi, e crescere, ed estenuarsi, e ciò che più rileva continuamente dissiparsi a cagione della perenne, e non interrotta traspirazione; di sorta che alle particelle, che svaporano, e nell'are si dileguano, sotentrino le forastiere, che non solo occupano il luogo abbandonato, ma ereditano non si fa come la coscienza di quelle, che volando quà, e là alla rinfusa, cessano di pensare, e per così esprimermi muojono; potendo però tornare a vivere, ogni qual volta per avventura ad un sensorio si uniscano.

XIV.

Interrogherci volentieri il Signor Loke, se della materia pensante, che dieci anni fa componeva i miei organi, e conseguentemente la mia anima, al giorno d'oggi una sola mica se ne conservi! Io per me coraggiosamente dico di no, e se taluno fosse di contraria opinione, per convincerlo ho in pronto i computi derivati dalla Statica del Santorio. Non sono dunque quel desso, che io era un decennio prima, e fra pochi anni non farò tale, conciosiachè passo da stato a stato, e le successive mutazioni mi

fanno perdere l'antica, ed acquistare una novella coscienza. Ma io so infallibilmente d'essere quello stesso, che io fui, e non farò un altro domane; egli è pertanto manifesto, che in me risiede un principio stabile, ed invariato delle mie cogitazioni, e d'una natura di gran lunga superiore alle cose materiali, il quale è fornito di tal virtù, che lega il passato col presente, e col futuro, ed epilogà nella mia coscienza l'intero tenore della mia vita. E benchè i miei organi sian tutto di sottoposti ad alterazioni, ed a cangiamenti, la mia mente persiste sempre mai la medesima distinta da' suoi sensorj, di cui ella si vale in qualità di stromenti, che non operano, ma servono all'operazione. Che importa, che si muti l'ordigno, quando sta saldo l'artefice?

XV.

Spendo alquante parole contra coloro, che professano, che tutta la materia sia dotata di pensiero, ed alla universale estensione accoppiano l'universale coscienza. Coll'unire insieme questi due generali attributi, presumono di costituire nel suo vero essere quell'unica, ed infinita sostanza, di cui compongono l'Universo. Lo strano paradosso non sarebbe uscito dalla bocca del Signor Locke, il quale come abbiám veduto voleva, che nè meno l'anima umana in ogni circostanza pensasse. Per metter in vista la falsità di questa sentenza, concedasi per usare condiscendenza, che non solo gli uomini, e i bruti, ma di più pensino i metalli, le gemme, i sassi. L'esperienza m'insegna, che la serie delle mie percezioni, e la mia individuale coscienza non si accorda nè punto, nè poco con quella d'un altro uomo. Quanto più dunque saranno dissomiglianti le coscienze di quelle cose da noi credute inanimate, guarnite d'un genere di affezioni consacenti bensì alla loro natura, ma delle quali non possiamo avere contezza nè meno per una specie di lontanissima analogia. Converranno insieme, se così piace, nella nozione comune d'essere ognuna d'esse consapevole de' suoi intimi sentimenti: ma il saper d'essere non istà in aria; mercecchè fa d'uopo, che venga determinato da qualche speciale modificazione. Una coscienza in genere è una pura mentale astrazione; essendo un non pensare quando al nulla si pensa, ed un perpetuo nulla è il soggetto de' nostri pensieri. Conseguentemente, se di tal sorta si è la supposta universale coscienza, si riponga essa fra le cose impossibili, e contraddittorie. Che se poi si rinven-gono in esso lei idee, ed affezioni, che successivamente si mutano, perde l'immaginario pregio dell'universalità, e si trasforma in una coscienza particolare.

XVI.

L'indivisibilità è una prerogativa essenziale di ciascuna coscienza a parte, che non si divide, non si confonde, e non si comunica; ripugnando, che di parecchi io uno se ne formi, che sia ad un tratto unico, e multiplice. Come ponno due menti insieme unirsi, e per così esprimermi com-

pe-

penetrarli; attalchè una s'interni nei segreti dell'altra, se non se per via di segni eltrinfeci, ed arbitrarij. Chieggio dunque, se la coscienza generale raccolga in se stessa le sensazioni tutte, da cui nel tempo medesimo si trovano affette le coscienze particolari. Avrebbe troppo che fare, prendendosi la briga di epilogar in una sola, ed unica innumerabili percezioni, e disparate, e direttamente contrarie, a cagion d'esempio la scienza, la dubbietà, e l'ignoranza. Egli è impossibile, che la menzionata coscienza si addossi un tal carico, ed a tanti uffici supplisca; a che prò dunque introdurla, se niente opera, e nell'atto stesso si viene a crearla, e a distruggerla? Per la qual cosa il saper d'essere da speciali modificazioni sempre mai limitato mal s'incorpora colla materia, e mal si accoppia con una universale coscienza. Conchiudo, che se questi filosofi movendo un altro passo, avessero purgata dalle contraddizioni la loro generale coscienza, segregandola dall'estensione, e non ispacciandola per una miniera inesaurita delle coscienze particolari, le quali siccome tanti modi si vogliono da lei sostenute; si sarebbero formata, per quanto agli uomini è permesso, una giusta idea di Dio Ottimo Massimo. Egli è vero, che risiede in Lui una coscienza universale, ma infinita, e trascendente, e distinta realmente dalle coscienze finite, per cui tutto vede in una occhiata, e nulla prova in se medesimo di ciò, che vede fuori di Lui. In quella guisa, che Dio conosce le azioni, e le reazioni de' corpi, senza partecipare dell'inerzia e del moto; comprende altresì le nostre intime affezioni, ma come nostre, non come sue, e siccome modificazioni d'una creatura dall'essere supremo infinitamente distante.

CAPITOLO QUINTO

Della Indifferenza.

I.

CIO, che nelle cose risiede, e dà loro l'essere, e le proprietà, che l'essere accompagnano, è sempre mai un attributo reale, e positivo; avvegnachè gli aggiunti o privativi, o negativi nascono tutti dalla imperfezione della mente umana, la quale non penetrando bene spesso nell'intimo del subbietto, ha bisogno di tali nozioni, che non sono principj di natura, ma bensì di metodo, e di dimostrazione. Non si creda dunque, che sia l'indifferenza un non so che di reale; mentre non si dee concepire, se non se per una mancanza, che il nostro intelletto ravvisa in qualche cosa, o meglio esprimendomi per un requisito, che non c'è, ma ci potrebbe essere. Attesa la qual mancanza, che in certe circostanze manifestamente ci si palesa, o non si può generare effetto di sorta alcuna, o nasce talmente determinato, ch'eschude tutti gli altri del medesimo genere. Dal fonte della indifferenza a varie materie opportunamente applicata scaturiscono i primi fon-

70
fondamentali affiomi delle scienze, e rare siate accaderà, che l'ultima analisi delle Fisiche investigazioni non vada a finire nella indifferenza.

II.

E perchè le idee astratte assai meglio si dilucidano cogli esempj, che co' precetti; immaginiamoci un corpo costituito in perfetta quiete: io dico, che da se medesimo non comincerà mai a muoversi. Non potendo esso camminare nel tempo stesso con differenti velocità, e direzioni, chiaramente conosco essere necessaria un'azione eterna, che ne determini la direzione, e la velocità. Ora posto che il corpo stia in riposo, è manifesto, che ci manca il requisito della forza straniera, che sola può produrre l'effetto; conchiudo dunque, che se il corpo è in quiete, persevererà a starci eternamente, senza che mai giunga a muovere il primo passo. Spogliato una volta il mobile del suo riposo, e messo conseguentemente in movimento per una data strada, e con una data celerità, ci si affaccia un'altra specie d'indifferenza, dalla quale impariamo, che il corpo non devierà mai dalla linea retta, per cui ha cominciato a progredire, nè patirà mai alterazione alcuna nella velocità, e nella forza dall'agente estrinseco ad esso comunicata. La ragione si è, perchè quando non c'è impulso straniero, che muti la direzione, ed aggiunga nuove impressioni, nè resistenza, che le già acquistate distrugga; non apparisce lo perchè abbia il corpo a torcersi in su, o in giù, a destra, o a sinistra; nè per qual motivo deggia passare dal moto alla quiete, o pure accelerarsi, o ritardarsi.

III.

I Leibniziani girano la cosa per un altro verso. Quantunque volte non si scorge la causa, e siamo ad evidenza convinti, che non ci possa essere, per cui nasca un effetto, piuttosto che l'altro; dobbiam dire senza pericolo di sbagliare, che non nascerà nè l'uno, nè l'altro effetto. E questo si è il gran principio della Ragion sufficiente, di cui tanto si ragiona, e dal quale si sono dedotte delle mirabili conseguenze. Con buona pace dei citati illustri Filosofi io preferisco il principio della indifferenza a quello della ragione bastante. In moltissimi casi l'indifferenza falta per così dire agli occhi, e da se medesima si palesa, senza essere soggetta a qualsivisia ambiguità: laddove la ragion sufficiente oltre il dovere si estende, e si cerca dove non c'è, nè ci può essere. Intanto dunque può far figura d'affioma, in quanto alle volte colla indifferenza si accoppia. Ma di essa ragionerò, esaminando i principj Fisici del Leibnizio.

IV.

Mi rivolgo a coloro, che fanno il moto essenziale alla materia, e per convincerli mi vaglio della indifferenza. Tutto di si veggono dei corpi immoti, almeno relativamente, cioè a dire per rapporto ai corpi contigui.

Poss

Poss una sfera sopra una mensa, e quantunque accada bene spesso, che tanto la palla, quanto il sostegno camminino con un moto comune; egli è però certo, che la traslazione nè poco, nè molto influisce nel moto particolare: conciossiachè s'io dò una spinta alla sfera, essa con movimento proprio rispetto alla tavola muta sito, e non può negarsi, che non si faccia in essa un nuovo cangiamento di stato. Non entrano pertanto nella presente ispezione i moti traslati, e nulla rileva, se in relazione ad un punto fermo dello spazio immobile i corpi cangiano, o non cangian luogo; potendo del pari succedere, che una data massa mantenga la sua posizione, sebbene attualmente si muove animata da un impeto impresso; ovvero che stando ferma in se stessa, proceda in virtù d'un'estraneo trasporto. Premessa quest' avvertenza, che toglie di mezzo ogni gavillazione, torno alla nostra palla, che riposa sul tavolino, e dimando, s'essa può mai comunicare a se medesima un qualsivoglia grado di celerità, che prima in se non avesse, e relativamente al piano, che la regge. Essendo infiniti i gradi di velocità, e capace la sfera di riceverli tutti ad uno ad uno (ed in ciò appunto la sua perfetta indifferenza consiste) chi mi fa indovinare, quale abbia mai ad eleggerli? In oltre volterà essa il suo corso a mezzo dì, piuttosto, che a Settentrione, o per qualunque altra delle innumcrabili direzioni, le quali ugualmente per così dire le fanno invito? Egli è evidente, che attesa la ripugnanza, che si ravvisa ne' corpi di muoversi nel medesimo istante, e con tutte le velocità, e per tutte le strade possibili; la predetta palla non ne presceglierà alcuna, e si manterrà perpetuamente nella sua indifferenza, o vogliam dire nella sua quiete.

V.

Opera per un altro verso la indifferenza, qualora le cose sono in maniera disposte, che un solo effetto, esclusi tutti gli altri, necessariamente si produce. Mi serva d'esempio la seguente ipotesi. Il mobile A (Fig.I.) vegna sollecitato nel tempo stesso da due forze eguali giuste le direzioni A B, A C, e suppongasi, che ciascuna d'esse forze operante da se sola fosse atta a partecipare al corpo velocità eguali esposte per A B, A C; si cerca per qual direzione abbiano a spingere il globo A, mentre con due azioni equivalenti ad una sola concordemente lo stimolano. Diviso l'angolo BAC per metà colla retta A D, dico, che per essa dalle due potenze unite sarà obbligato a camminare il corpo A. Infatti la indifferenza non consente, che si eserciti l'azione piuttosto per A B, che per A C; dunque dovranno i due conati, che in un solo si congiungono, operare per una direzione di mezzo egualmente inclinata alle linee A B, A C, cioè per A D; perchè l'indifferenza stessa ci documenta, ch'essendo le cose pari, il viaggio del mobile non ha da piegare più dall'uno, che dall'altro lato.

VI.

VI.

In qualunque incontro venga a festa il principio generalissimo della indifferenza, ci somministra una gran parte degli assiomi, e le prime incontrastabili verità, che sono le basi fondamentali degli umani raziocinj. La Meccanica si appoggia all'evidentissimo pronunziato, che due pesi uguali attaccati alle braccia d'una bilancia in pari distanza dall'ipomoclio si equilibrano, e stanno immoti. La Catottrica assume, che urtando un raggio di luce ad angoli retti nello specchio opposto, è altretto nell'atto di risletterli a retrocedere per la medesima perpendicolare. La Dinamica suppone, che movendosi due corpi ineguali di massa con pari velocità, le forze vive, che in essi risiedono, comunque si misurino, siano alle masse proporzionali. Divisa la quantità della materia d'amendue i mobili in particelle aliquote uguali, o finite, o infinite, che poco importa, ognuna d'esse animata dalla stessa celerità sarà fornita di pari forza: imperciocchè ci ammonisce l'indifferenza, che l'una all'altra in energia non prevale. Per la qual cosa tanti gradi di forza insieme uniti costituiscono le forze intiere d'ambo i corpi, quanti sono gli elementi, che li compongono; e conseguentemente le forze vive seguivano l'analogia delle masse.

VII.

Non verrei mai a termine della mia inchiesta, se mi pigliassi l'assunto di annoverare ad uno ad uno tutti i casi, ne' quali ha luogo il principio dell'indifferenza, o in se stesso, o nelle sue conseguenze. Non si dee frattanto omettere un altro assioma, di cui si fa uso frequentemente, ed è: che la Natura non opera mai di salto, ma procede passo passo, e per gradi impercettibili dall'uno all'altro estremo. Questo principio, che suole chiamarsi di continuità, e che da quello della indifferenza immediatamente dipende, è bello, e buono, purchè non passi per le mani dei seguaci del Leibnizio, i quali portano, come altrove avrò occasione di riflettere, tutte le cose all'eccesso. Concepiscafi un mobile, che in vigore d'una forza estrinseca faccia transito dalla quiete ad una data velocità; egli è certo, che se nel primo istante si trova in riposo, nel secondo non sarà fornito della intera velocità terminale: anzi l'anderà appoco appoco guadagnando, e passerà dalla velocità nulla alla finita per tutte quelle, che ci stanno in fra mezzo; di modo che la scala delle celerità di tempo in tempo acquistate, e riferite o al tempo impiegato, o allo spazio scorso, ci verrà esposta da una curva regolare, le ordinate della quale, cominciando dal zero, e crescendo per gradi minimi, arrivano alla già determinata grandezza. I passi del mobile sono moderati dalle inassegnabili sollecitazioni successivamente ad esso applicate: ma qualunque volta la velocità si andasse aumentando per via di salto; al salto dell'effetto corrisponderebbe di conseguenza quello della cagione. E perchè fra gl' innumerabili salti, che far si possono, la scelta d'uno in particolare, piuttosto che d'un altro, ri-

pu-

75
pugna all'indifferenza; perciò dobbiamo costantemente asserire, che la Natura s'incammina non mai per salti, ma sempre per mezzo d'insensibili accrescimenti, o diminuzioni.

VIII.

Non mi prendo il carico d'investigare, qualmente coi stabiliti principi si accordino i sistemi fisici, che sin ora an fatta in pubblico la lor comparfa. Temo ragionevolmente, che non fossero per reggere ad un rigoroso esame, e che in alcuni di essi uscisse in campo l'impossibilità, e ad altri si opponesse l'indifferenza. Mi si permetta d'impiegare poche parole intorno gli atomi di Epicuro, e poste da canto le grandezze, le figure, e ciò, che più rileva, l'infinita durezza, la quale turba da capo a fondo l'economia della comunicazione dei moti; mi appiglio semplicemente al movimento, che ad essi si attribuisce. Secondo il parere di questa filosofica Setta tutti gli atomi camminano con pari celerità, e colla medesima direzione; se non se in quanto per salvare un qualche fenomeno, si è ad essi assegnata una insensibile declinazione dalla linea del piombo. Qui si osservi, non esservi mai stato agente esterno, che a cotali corpicciuoli abbia partecipato il moto, e nessuna reale cagione, da cui sia stato determinato. L'anno essenzialmente da se, ed in forza della lor natura: nè si debbe asserire, che per gradi l'abbiano acquistato; laonde il canone della continuità in grazia degli Epicurei ammette una eccezione. Ma sì fatti misterj nel bujo della Eternità si nascondono.

IX.

Qui vuol far le sue parti la indifferenza, ed io seguitando i suoi dettami, bramerei sapere, per qual motivo ad ogni atomo convenga una limitata eguale celerità; perchè non maggiore, e non minore; e perchè a tutti indifferentemente la stessa. Viaggiano essi incessantemente dall'alto al basso, e pure non c'è centro, che a se gl'inviti, nè inclinazione, che piuttosto da un lato, che dall'altro gli spinga. Per questo capo la gravità, della quale si fingon dotati, non si spoglia mai della sua ambiguità, e sta sempre in bilancia, per qual linea deggia trasportarli. E se così è, chi mi fa additare la potenza, per cui un atomo è atto nato a vincere una indifferenza, che rispetto ai gradi delle velocità, ed al numero delle direzioni è certamente infinita? Aggiungo, che inutilmente alle predette particole elementari si assegna un peso insito, siccome una proprietà dalla lor natura inseparabile; imperciocchè è onninamente inoperoso, e starei per dire, che eternamente dorme, mentre non ha facoltà di stimolarle, e molto meno di accelerarle.

X.

Fingasi, che un atomo involuppato fra gli altri, che lo circondano, si riduca alla quiete, o almanco perda una porzione della sua nativa velocità;
Tom. II. Opere Ricc. K città;

cità; si riavvenirà esso in istato violento, e farà tutti gli sforzi per riacquistarla. Mettiamolo in libertà, e consideriamo qualmente abbia a comportarsi. Se per sorta è cacciato per una direzione inusitata; fa d'uopo, che ricuperi nel vacuo la sua solita naturale tendenza: sebbene non è soggetto ad urti, nè a riflessioni, nè ci possa essere l'adequata cagione di tal effetto. Di più la gravità innata dee mettersi in azione, e sollecitare il mobile, fin a tanto che appoco appoco ritorni a progredire col primitivo suo movimento. Ottenuto ciò, perchè la velocità partecipata all'infinito non si aumenti, la forza del peso diventa inetta a continuare gl'impulsi. Verrà a taluno in mente di affermare, che l'intero corpo del nostro mondo piombi perpetuamente all'ingiù con quella celerità, che di ciascun atomo è propria: e pare, che l'asserzione sia coerente alla ipotesi; perchè altrimenti resterebbe l'Universo sopraffatto dal torrente degli atomi, i quali dalle regioni superiori discendono, e sopra d'esso perpetuamente si scaricano. E qui sorge una novella difficoltà; avvegnachè capisca chi può, d'onde provengano i moti particolari, che all'universale si aggiungono: a cagion d'esempio i giri più tardi, e più celeri de' pianeti principali, e secondarij, che riguardano diversi centri, e per differenti strade procedono. Nella nostra Terra ci si presentano innumerabili movimenti d'ogni genere, e per ogni verso, ripugnanti alla natura degli atomi, i quali mantengono intatto il loro essenziale discendimento; s'inferisca dunque essere impossibile, che si raccozzino insieme per formar un sistema: ogni qual volta deposte le proprietà vecchie, ed innate, non ne adottino di nuove, e non si creino novelle forze produttrici di quei moti, che si rendono necessari alla struttura, e mantenimento del presente Universo.

XI.

Io mi smarrisco senza profitto in un laberinto di fantasie, e non mi vien porto il filo da uscirne. Sarà meglio volgere la mente a qualche importante soggetto derivato dal principio capitale della indifferenza. Il celebre Cristiano Ughenio ci ha proposto il moto traslato, per cui è affatto indifferente, che i corpi esercitino le matue azioni, e reazioni in un piano immobile, o trasportati da un estrinseco comune movimento: ed è una maraviglia quanto uso di questo assioma si faccia in Fisica da chi fa opportunamente adoprarlo. Io l'espongo colle parole tolte ad imprestito dall'Autore. I movimenti dei corpi, e le loro celerità o eguali, o ineguali deggiono intendersi rispettivamente, cioè avuta relazione ad altri corpi, che si considerano costituiti in quiete; quantunque per avventura accada, che questi, e quelli siano affetti da un altro moto comune. E perciò quando due corpi si vengono incontro, sebbene ad un altro moto estraneo l'uno, e l'altro insieme foggia, non altrimenti si urzano essi scambievolmente rispetto a colui, che cammina col medesimo moto comune, come se non ci fosse relativamente ai corpi, ed allo spettatore quel moto avventizio. A cagion d'esempio se taluno portato dalla Nave, la quale proceda con corso equabile, farà, che cozzino insieme due globi eguali for-
niti

niti di squisita virtù di molla con pari velocità, e con direzioni contrarie; interverrà, che riguardo a lui, ed alle parti del vascello, ambo i globi dopo il colpo con eguale celerità si riflettano: nella stessa guisa appunto, come se la mutua percossa seguisse nella nave immota, o sul terreno nelle medesime circostanze.

XII.

Sin qui l'Ughenio. Applica poscia il suo assioma alla teorica della comunicazione del moto fra i corpi perfettamente elastici, e ci lavora intorno con tale sagacità, che nulla rimane a desiderarsi. In questo mentre io rifletto essere indifferente, che la nave viaggi per qualunque direzione, e con qualsivoglia velocità: avvegnachè non ostante ciò rispetto ai naviganti non si turba nè poco nè molto l'economia del congresso, e del regresso delle due palle elastiche, ed il moto estrinseco del vascello non diversifica le velocità relative, nè l'energia delle molle. Per la qual cosa comunemente la barca si muova, sta sempre saldo nella ipotesi assunta il principio della indifferenza, il quale indispensabilmente richiede, che gli uomini trasportati dalla nave veggano le due sfere della stessa materia, e di pari massa, e velocità, o fermarsi, se sono totalmente molli, o tornar indietro colle celerità primitive, se sono perfettamente elastiche.

XIII.

Ben è vero, che a coloro, i quali dalla spiaggia osservano i moti d'amendue le palle modificati da quello del vascello, le cose si presentano sotto un altro aspetto. I menzionati globi segnati A, B, (Fig. II.) colle celerità eguali espresse per AC, BC si vengano direttamente incontro, e stando ferma la nave, segua la collisione nel punto di mezzo C. Pongasi poi, che nel tempo medesimo essa nave progredisca colla velocità CD, e per la direzione CDE normale ad AB; succederà, che gli spettatori dal lido mirino le due sfere procedenti per le vie oblique AD, BD unitarsi nel punto D. Quindi se faranno molli, ed inerti, proseguiranno di conserva il loro viaggio giusto la retta DE colla velocità del vascello: se poi saranno risentite, e dotate di perfetta elasticità, la palla A riflettendosi camminerà per la linea DF, e l'altra B per la retta DG, salva l'egualianza fra gli angoli d'incidenza ADC, BDC, e quelli di riflessione FDE, GDE.

XIV.

Appunto le premesse differenti apparenze, che si conciliano col togliere il movimento alla nave, e che non influiscono nel meccanismo delle percosse, ci danno agio, mentre avvedutamente si confrontino insieme, di scoprire parecchie verità, che per altra strada sono malagevoli a porsi in chiaro. Eccone un saggio. I Cartesiani, ed i Nevvtoniani, che misurano

le forze vive de' corpi in moto dal prodotto delle masse nelle velocità, ammaestrati dall'esperienza, che prima, e dopo la collisione diretta di due masse molli persevera la medesima quantità di movimento, almen relativamente, son obbligati a sostenere, che niuna porzione delle forze agenti si spende nella scambievole contusione: e ciò per tener ferma la necessaria egualità fra le cagioni, e gli effetti. E perchè se le due palle A, B eguali, ed inerti si vengono incontro con pari celerità, seguita la mutua percossa, nel punto di mezzo C alla quiete riduconsi, nel qual caso le forze vive, da cui ambe erano animate, onninamente si estinguono, ed altro effetto non appare, salvochè la vicendevole ammaccatura; ogni ragion vuole, che nel formarla siasi impiegata tutta la doppia forza viva, che ne' globi A, B risiedeva. Questa illazione gitta a terra la sentenza degli avversarj, e per eluderla ad uno strano partito si appigliano. Affermano dunque, che le due forze de' corpi A, B, siccome uguali, e direttamente opposte, lottano una contro l'altra, e scambievolmente si elidono, senza che di esse una qualsivoglia parte nel produrre la contusione se ne consumi.

XV.

Due proposizioni anno a dimostrarsi per via del moto traslato: la prima, che due forze vive, sebbene uguali, e contrarie, non si distruggono: la seconda, che nei congressi delle masse molli o tutta, o parte della forza primitiva nell'ammaccatura si spende. Colloco, ritenuti i medesimi dati, i due globi A, B in un vascello, che diriga il suo corso da A verso B con una celerità eguale, e contraria a quella del corpo B. I naviganti trasferiti dal moto della barca vedranno le due masse A, B compiuta la collisione starsene immote nel sito C: ma coloro, che le guardano dalla spiaggia, non osservano contrasto di sorta alcuna tra forze opposte, anzi mirano il globo A colla celerità propria V, aggiunta la eguale V della Nave, cioè colla velocità $2V$, comunicare il moto al globo B costituito in quiete, e dopo l'azione ambo procedere colla comune velocità $= V$. Così seguito il colpo, si conserva intatta la quantità del movimen-

to $A + B \times V$, ovvero $2AV$ pari alla primitiva, da cui era affetto il mobile A avanti la percossa rispetto agli spettatori, che sul lido dimorano. Appresso se costoro porranno attenzione, che le due sfere A, B relativamente alla nave non mutan luogo, s'accorgeranno camminar esse soltanto col moto avventizio dalla barca partecipato, e che conseguentemente non si mantine in esse qualsivoglia vestigio di quelle forze speciali, da cui prima dell'incontro erano animate. Giacchè dunque nella seconda posizione nessun effetto si manifesta nascente dalla contrarietà delle forze: si conchiuda, che parimente nella prima posizione le forze concepute dagli avversarj siccome opposte, e pugnanti l'una contro l'altra non si distruggono scambievolmente.

XVI.

Il secondo teorema, che senza impiegar forza viva non si genera confusione, è un corollario del precedente. Essendochè le forze vive acquistate dai corpi non si producono dal nulla, e non si risolvono in nulla; perchè come si è provato, una non elide l'altra, e forza non annichila forza; egli è necessario, che in qualunque circostanza (posto, che si consumino in tutto, o in parte, e non tornino a restituirsi, come ne' corpi perfettamente elastici: lo che sarebbe onninamente impercettibile; imperciocchè se nel mutuo contrasto si estinguono, avrebbero di bel nuovo a crearsi) è necessario, dico, che mettano in essere un qualche effetto al loro vigore corrispondente. Ma nella nostra ipotesi altro effetto non si ravvisa, falcchè la doppia reciproca confusione; dunque in formarla indispensabilmente si adoperano.

XVII.

In tal guisa non s'incorre nel massimo inconveniente, che un effetto fisico visibile, e palpabile, quale si è la mutua ammaccatura, ora maggiore, ed ora minore secondo i casi, non dipenda dalle proprie adeguate cagioni. Si aumenta la ripugnanza coll'abilitare il niente a generare effetti differentissimi in qualsivoglia proporzione; conciossiachè accresciuta l'energia de' corpi A, B coll'ingrandire ambo le masse egualmente, o coll'avvalorare del pari la celerità; la materia cedente soggiace ad una più sensibile ammaccatura, e ad una più gagliarda costipazione. Per la qual cosa siccome le forze vive ammettono il più, ed il meno; così proporzionalmente ricrescono, e si minorano le confusioni. Come dunque può stare, che queste non sieno effetti delle forze agenti; mentre l'esperienza c'insegna, che fra l'operare dell'une, ed il patire dell'altre ci passa una tanto strettissima analogia? Ciò stabilito ne segue, che rispettivamente a coloro, i quali soggiornano nel vascello, le forze vive, che si perdono nell'ammaccare, si trasformano in forze morte, e che non variandosi in conto alcuno le confusioni, avuto riguardo a quelli, che stanno fermi sul lito, nelle ammaccature si consuma sempre la medesima forza: o sia, che i corpi s'incontrino amendue forniti della velocità V ; o pure, che il mobile A colla velocità $2V$ colpisca nell'altro B costituito in riposo. Potrebbe dietro l'orme del lodato Ughenio ricavare dal moto traslato la teoria della comunicazione dei movimenti fra le masse molli, ed inerti, siccome egli dal suo secondo principio ha dedotta quella fra i corpi elastici; ma basti per ora l'aver messo in sicuro le due contrastate proposizioni. Non saranno per avventura disdarsi a' miei benigni Lettori i miei frequenti episodj. Sappiano, che non solamente mi sono proposto di stabilire passo passo i primi originali principj della Fisica, ma di applicarli in oltre ad alcune importanti materie; acciocchè nel tempo stesso se ne capisca l'uso, e l'estensione, mettendo in vista certe fondamentali verità, che verranno in taglio nel proseguimento de' miei discorsi.

C A-

CAPITOLO SESTO

Della proporzione fra le cagioni, e gli effetti.

I.

Non mi farei immaginato, che uomini consumati nelle ricerche matematiche, e fisiche peccassero mai contro il celebre assioma, che stabilisce la debita analogia fra le cagioni, e gli effetti; se nel riandare le loro opere non mi fossi accorto, che se ne rinvengono pur troppo frequenti gli esempi. Non si dubita già dell'evidenza del principio, che anzi spesso si adopra, s'inculca, e si assume per fondamento di moltissime dimostrazioni: ma talvolta interviene, che nel fervore del discorso non ci si badi, e si decida francamente, senza porre studio, se le conseguenze dedotte col menzionato assioma vadan d'accordo. Io non so darmi pace, che la filantropia, l'amor di partito, e l'ostinazione di sostenere a tutto costo una opinione, da cui si professa, che dipenda il decoro d'una nazione, travolga gl'intelletti umani, per guisa che non c'è paradosso, che non si adotti, nè stravaganza, che non si pigli a difendere.

II.

Per isfuggire i paralogismi non abbiamo miglior criterio, quanto il mettere a confronto la causa, e l'effetto, osservando attentamente, se la nostra spiegazione ne mantien salda la giusta corrispondenza; imperciocchè se in conto alcuno la perturba, e la sconvolge, siamo sicuri d'esserci bruttamente ingannati, e dobbiamo dar di penna al nostro giro di raziocinio, quantunque ci costi tempo, e fatica. E di quella stessa circospezione, di cui si fa uso nell'esaminare i nostri divisamenti, che siccome parti delle nostre menti pur troppo si prediligono, abbiamo a servirci nel giudicare le sentenze altrui. La Natura ne' suoi lavori non erra, e non mette eccezzuazione alcuna al principio della uguaglianza fra le cagioni, e gli effetti; perchè altrimenti non si mostrerebbe costante nelle sue operazioni. Per la qual cosa si rigettino siccome false, ed insufficienti tutte le proposizioni, quantunque ci pajano ottimamente fondate, le quali al predetto assioma in qualsivoglia modo si oppongono. Gioverà intanto tirarsi un passo addietro, e rintracciare l'origine degli errori, e con tal lume farsi da capo ad esaminar la faccenda; conciossiachè resi più accorti dai primi sbagli, e sciolti dai pregiudizj, ci riuscirà forse una volta, o l'altra di afferrare la verità.

III.

III.

Tutto ciò, che si ammira nel presente sistema di cose e per l'artificio, e per la varietà, dipende unicamente dal mutu commercio fra corpi, e corpi; mentre la forza, che in taluno risiede, agli altri si partecipa: e quanto per un verso si perde, tanto per l'altro si acquista. Qui parlo solamente di que' fenomeni, ne quali ha luogo la quantità della materia, ed il movimento. Ora questo passaggio dee farsi con una regola ferma, ed immutabile; avvegnachè qualunque volta una massa determinata fornita d'un dato grado di forza è in azione, ed in circostanze tali, che abbia a spogliarsene o in tutto, o in parte, ai corpi contigui distribuendola; egli è certo, che compiuta l'operazione, le forze parziali saranno precisamente uguali alla totale, e primitiva: e nulla importa, o che se ne conservi una qualche porzione nella causa agente, o si spenda intieramente in un solo effetto, ovvero in molti si divida; perchè dee sempre verificarsi, che l'aggregato delle forze comunicate, compresa talora la residua, non superi la forza primigenia, nè da essa sia superato. Quando altrimenti fosse, quel di più, che nell'effetto si rinvenisse, o dovrebbe derivarsi altronde, lo che è contro l'ipotesi, o di nuovo si produrrebbe; ed allora dal niente una qualche cosa verrebbe a nascere. Similmente se dopo l'azione si trovasse minor forza, di quella, che c'era in prima; una parte ne farebbe perira, e risolta in nulla.

IV.

Dai quali assurdi si ricava, che siccome non può ridursi in niente un atomo di materia; così non può annichilarsi un qualunque grado di forza. Egli è indispensabile, che se ne veggan gli effetti costituenti, o nel partecipare i moti locali, o nel produrre le confusioni, o nel mettere in tremito i corpi, o nel romperli, e stritolarli sciogliendo l'unione delle parti. In qualunque modo ciò si faccia, il principio, di cui ragiono, altro non è, se non se l'applicazione ad un caso particolare del rinomato assioma de' Geometri, che il tutto è uguale a se stesso, ed a tutte le sue parti prese insieme. E giacchè le prime fondamentali verità si porgono amichevolmente la mano; che ci sia disuguaglianza tra la cagione, e l'effetto, non lo consente il principio della indifferenza. Sono infinite le proporzioni di maggiore, e minore ingualità, che tutte anno una pari giurisdizione di comparire. Ora fra tante, quale negl'incontri speziali abbia a presciegliersi; in nessuna maniera può stabilirsi; perchè non c'è ragione, che dia piuttosto all'una, che all'altra la preminenza. La perfetta uguaglianza dunque si è l'unica, che toglie di mezzo l'indifferenza, e posta la causa, determina l'effetto, ovvero dato l'effetto, ci manifesta la misura della cagione.

V.

Mi accingo a mostrare, in quante guise abbiano i Filosofi contravenuto al principio, di cui fo parola. Verso il fine del capo antecedente ho notato, che i Cartesiani per non abbandonare la radicata opinione, che le forze dei corpi in moto sono in ragione composta delle masse, e delle velocità; asseriscono, che non s'impiega forza viva nelle reciproche ammacature de' corpi molli: avvegnachè pare, che intorno gli elastici la discorran diversamente. Ed attesa la loro massima, così doveano ragionare; conciossiachè se tanto prima, quanto dopo l'urto persevera la medesima quantità di moto, misura della forza viva nell'uno, e nell'altro caso; ne segue per legittima conseguenza non averli a tener conto delle contusioni, le quali turbano la necessaria uguaglianza fra le cagioni producenti, e gli effetti prodotti. Appunto dalle conclusioni assurde, quantunque per altro ben dedotte, si viene in cognizione della falsità degli assunti principj. Anno mai posto mente gli eruditi avversarj, in qual modo la Natura si adopere nel formare le ammacature? Vedranno eglino nell'atto del congresso due palle della stessa materia, per esempio di molle creta, spianarsi l'una contro l'altra, e combaciandosi in due piccioli cerchietti proseguire di conserva il viaggio, o talvolta fermarsi, secondo l'esigenza de' moti o conspirati, o contrarj. Qui viene a proposito la dottrina geometrica degl'iscoverimenti; imperciocchè alterate in parte le figure sferiche, e concentrati per così spiegarli i due solidi segmenti, la materia componente i due globi si riduce a minor volume. Ma se la quantità della massa persiste invariata, e se per l'energia della percossa in un sito meno capace si restringe; si conchiuda, che necessariamente soggiace a costipazione, la quale richiede, che le parti elementari si condensino, e più da presso si accostino: lo che senza moto non può ottenersi. Se questo non è un effetto vero, e reale, e se in produrlo non si consuma forza; bisogna confessare, che altri effetti fisici non sa generar la Natura, salvochè quelli, che vanno accompagnati dall'attuale velocità: ed in ordine a ciò nelle resistenze tutte di tenacità, di compressione, di fregamento, ec., e nel passaggio, che frequentemente si fa dalle forze vive alle morte, dal movimento alla quiete, non si perde qualsivisia minimo grado di forza viva.

VI.

Arroge, che bene spesso un effetto assume il vigore di causa, e degli altri effetti produce. Molti esperimenti ci ammaestrano, che il costipamento delle particole componenti induce ne' corpi la virtù elastica, o almeno l'avvalorata. Uscita dalla padella una moneta rarefatta dal fuoco, fe in tale stato stato raffreddare si lascia, rende un suono muto, ed ottuso: ma se coninandola, ai colpi del martello si sottopone, o si comprime nel torchio; acquista vigore di molla, e sonorità. Per avventura nè meno un tal effetto dovrà registrare tra i fisici, nè ci si richiederà forza, acciocchè una mas-

massa pressochè inerte si fornisca d'una risentita elasticità: Ma c'è ancora di più: quando i due segmenti sferici si spianano in circoli, io consento, che alcune particelle seguitino la direzione del moto primario; tutte però a questa legge non ubbidiscono. Ce ne sono di quelle cacciate con moti obliqui per ogni verso, ed alcune obbligate a cedere con movimenti al principale contrarij. La mutazione, che si fa nelle figure dei corpi, ci convince, che così debba necessariamente succedere. Dimando dunque da qual fonte scaturiscano questi moti secondarij, che non secondano la direzione del primitivo, e ne quali le particole, abbandonando un sito per acquistarne un prossimo, deggiono essere guarnite di qualche sebbene picciola velocità, e conseguentemente di forza viva, sin tantochè relativamente al loro tutto, ed alle parti contigue in quiete si rimettono. Se persiste invariata la forza e prima, e dopo la percossa, e se negli esposti effetti non se ne consuma una qualunque porzione; convien affermare, che le menzionate forze particolari si estrarraggano dal nulla, e che novellamante si creino.

VII.

Mi avanzo a considerare la cosa sotto un altro aspetto. S'incastri la palla B (Fig. 3.) per metà nel corpo immobile CD; attachè da qualunque forza non possa essere cacciata fuori di luogo. Urta in essa la sfera A animata dalla velocità V, e giusto la direzione AB, ed ambo siano molli, e di virtù elastica sfornite. Egli è indubitato, che per la resistenza del globo B, la quale si suppone maggiore di qualsivoglia assegnabile, l'altro A compiuto il colpo si ridurrà alla quiete. Per la qual cosa tutta la forza viva, che nel corpo A risedeva, si spende nella doppia confusione; conciossiachè in nulla certamente non si dilegua, nè si può nella presente ipotesi immaginar forza contraria, che la distrugga. Dappoi rimosso l'ostacolo CD, la massa A eserciti la sua azione contro la B costituita in riposo, ma mobile, e libera: adempiuta però la condizione, che dal secondo colpo si generi un'ammaccatura pari a quella prodotta dal primo. Non v'ha dubbio, che ciò possa ottenersi, accresciuta quanto fa bisogno la velocità della sfera A, e la seguente analogia ci dà la soluzione del problema, $\sqrt{B} : \sqrt{A+B} :: V : U$: la qual celerità U debbe assegnarsi al corpo agente A; onde nell'uno, e nell'altro caso si formi una egual compressione. E questa determinazione nascente dalla teorica Leibniziana resta confermata dagli accuratissimi esperimenti del Sig. ³Gravefande. Abbiamo pertanto due confusioni, o due effetti onninamente uguali, che da due cause pari necessariamente si producono: ma il primo effetto si genera dalla forza totale della palla A procedente colla velocità V: dunque una pari forza si debbe impiegare nel secondo. Conseguentemente la maggior energia del globo A mosso colla celerità U si divide in due: una parte s'impiega nel locale trasportamento d'ambo le masse A, B, e l'altra si consuma nella mutua ammaccatura. Diremo forse, che in entrambe le compressioni nessuna forza si spende, o pure una forza data nella prima, è nulla nella seconda.

condà? E' assurda la prima asserzione; avvegnachè una forza finita, cioè quella della sfera A, che cammina colla celerità V, non impiegandosi in effetto di sorta, perirebbe in Natura. La seconda posizione non è meno ripugnante; conciossiachè avendosi anzi gli occhi due similissime confusioni, chiedo con qual criterio possa discernersi l'effetto, in cui non si è consumata forza, dall'altro, per produrre il quale la massa A ha l'intera sua forza perduta.

VIII.

Almanco i Cartesiani da me fin ora impugnati s'ingegnano a tutto potere di tener ferma la necessaria corrispondenza fra le cagioni, e gli effetti. In parlando delle confusioni professano, che con un'azion sola si comprimano, e si costringono le parti all'ammaccatura soggette, e nell'atto medesimo il moto locale s'imprima, quando massime non ci siano forze opposte, che reciprocamente si elidano: per guisa che questi, i quali pajono differenti effetti, cospirano in un effetto unico, cagionato dalla quantità del movimento, che persevera intatta, e prima, e dopo il congresso. Per le cose dette si fa palese l'inganno: ma non cesso di maravigliarmi, che li Signori Mairan, e Martini assai più coraggiosi abbiano espressamente negata la verità del nostro assioma. Non an mai saputo accordare la vecchia comun sentenza colle forze equipollenti, o composte; atteso che ad ognuno è noto, ed è stato dimostrato ad evidenza ne' *Commentarij* della Regia Accademia di S. Pietro-Burgo, che in qualsivoglia parallelogrammo le forze laterali alla dianogale equivagliano, ed al contrario. Per uscire d'impaccio anno preso il partito di trovare il nodo affatto impossibile a sciogliersi nella loro sentenza. Non si sono dunque astenuti di affermare, che nel caso addotto una causa, la quale tutta s'impiega nel produrre un effetto, resti abilitata a generarlo maggiore, e minore di se stessa in qualsivoglia proporzione: anzi che la medesima cagione ad innumerabili diversi effetti egualmente si accomoda. Ed ecco fin dove giunge lo spirito di fazione! Possibil mai, che per puntellare una opinione, che da ogni parte vacilla, si presuma di abolir un principio d'eterna incontrastabile verità? Su qual base stabiliremo in avvenire i nostri discorsi, e come ardiremo aprir bocca a fronte de' Pirronisti? La nostra mente resterà ingombrata da un perpetuo sospetto, se per sorta gli effetti, de' quali s'indaga la spiegazione, superino le loro cagioni, o vengano da esse superati; essendo sempre pericoloso attenersi a quella perfetta uguaglianza, che sola esclude il difetto, e l'eccesso, e ci rende paghi ne' nostri divisamenti. Toccherà ai Leibniziani mettere in chiaro, qualmente la Natura si adopri nel maneggiare le forze composte, senza dimenticarsi del menzionato insalvabil principio. Intanto si sappia, che meritamente si ripudiano come false, ed assurde tutte le specolazioni, nelle quali il nostro assioma non si verifica, ed ogni qualvolta ciò succede, si d'uopo confessare schiettamente di aver errato, e non mai negar fede all'assioma per sostenere a tutto costo l'errore.

IX.

Rinvienè allo stesso ò il non assegnar causa di sorta ad uno special genere di effetti, o assegnarla tale, che non ci abbia punto che fare, e non serbi con esso loro qualsivoglia immaginabile proporzione. Metto in non cale le arti indovinatorie, le segnature de' Chimici, e le visioni de' Cabalisti. Grazie a Dio il buon metodo di filosofare introdotto dal Galileo ci ha liberati dalle fisiche superstizioni, che presentemente muovono a riso e pure per sì lungo tempo an tenuta la mente umana in una miserabile schiavitù. Non fo caso delle qualità occulte, cui s'imporgono de' magnifici nomi filosofici, e chiamansi simpatie, istinti, forze plastiche, e nè meno d'una schiera di virtù, e di facoltà sconosciute, che si adducono siccome cagioni di effetti per altro cognitivi. Gli Aristotelici riponevano fra i canoni della Natura l'orrore del vuoto, ed il Galileo deluso da parecchi riscontri si è ingegnato di ridurlo a computo, e poco ci maned, che non ne formasse una nuova scienza. L'ignoranza della vera causa, dalla quale tirano l'origine i sinomeni, che al suddetto orrore solevano ascrivervi, ha propagato l'inganno, che ancora forse durerebbe, se il Torricelli con iscoprire la gravità, e la virtù elastica dell'aria, non ci avesse fatti accorti, che gli effetti osservati, non già dalla paura del vuoto, di cui la Natura non è capace, ma dipendevano bensì dalle leggi statiche degli equilibrij. L'allegato esempio ci ammonisce, che delle antipatie, degli abborrimenti, e d'altre sì fatte misteriose facoltà non si tien regitro dalla Natura, che con canoni fisici, e non immaginari dà norma alle sue operazioni. Le addotte sono nozioni popolari, e non dottrinali, cioè di quel genere, che secondo la riflessione del lodato Galileo non contengono nè verità, nè falsità. Per un capo non sono false; perchè in qualche modo, ed almeno con un vocabolo comunemente inteso esprimono l'effetto. Per l'altro non sono vere; attesochè appena adombrano la causa ignota, e non ci manifestano la sua connessione coll'effetto.

X.

Non mi appagano altresì certi principj troppo astratti, dedotti dal cupo fondo della metafisica, i quali quantunque fossero veri, non sono però alle quistioni particolari applicabili; perchè riguardano gli effetti con un lontanissimo influxo: attalchè se per questa via si tentasse di soddisfare a qualche fenomeno (lo che rarissime fiate ci verrà fatto di conseguire) il problema, servendomi della frase geometrica, si scioglierà per genere improprio. La principale incombenza della prima filosofia, scienza dominante, ed architetonica, consiste nello stabilire invincibilmente i principj fondamentali delle discipline inferiori, e subordinate. Ciò rispetto alla Fisica si è fatto in parte, ed a misura delle mie forze proseguirò il cominciato lavoro. Ma se ne perde il frutto, quantunque volte o per troppa sottiliezza d'ingegno, o per prurito di novità si addossa-

no principj a principj, ed in vece dell'idee più vicine al subbietto, che si vuol maneggiare, sostituisconsi delle nozioni d'un ordine superiore, e molto remoto da' più semplici naturali concepimenti. Tutto di i corpi mutano stato, ed il movimento da massa a massa si trasferisce. Per capirne l'economia parmi, che prima d'ogni altra cosa si deggia porre attenzione di formare in noi un chiaro, e distinto concetto della estensione accompagnata dall'inerzia, e dalle forze vive, e morte, e soprattutto farci padroni, per quanto è possibile, del meccanismo delle azioni, e delle resistenze. Quindi piantati gli assiomi derivati massimamente dai due principj della indifferenza, e dell'analogismo fra le cagioni, e gli effetti, si faccia transito ad investigare le leggi della Natura, e a separare le principali dalle secondarie: comprese le quali, ad un intelletto attento, e svegliato si presentano a folla, ed in serie le conseguenze, ed agevolmente i fenomeni si dilucidano.

XI.

Chi m'insegna, qual'utilità si ritragga a prò de' naturali investigamenti dalle cause metafisiche? Sotto questa classe vanno collocate le monadi Leibniziane, e concedo per ora a titolo d'urbanità, che realmente esistano corredate di tutte quelle mirabili prerogative, che ad esse gratuitamente si attribuiscono. Non sono estese, non circolerite dalle proprie figure, non agitate da moti intestini: in due parole, stanno di mezzo tra lo spirituale, e l'corporeo. Non ripugno, che contengano in se medesime la ragion sufficiente delle sensibili apparenze, e che ad esse si appoggino la materia solida, ed inerte, le forze d'ogni genere, ed universalmente le leggi tutte, niuna eccettuata, messe in opera dalla Natura. E qui bramerei sapere, qualmente si comportino le monadi, quando s'impiegano a produrre un qualche fisico effetto, come sarebbe, per metterne anzi gli occhi uno de' più semplici, la comunicazione del moto fra le masse molli, ed elastiche. Senza fallo in tal incontro cangiano stato; perchè altrimenti, stando esse onninamente inoperose, nulla nascerebbe di nuovo: ma in che maniera, ma con che regole? Nessuno mi rende conto del recondito magistero, per cui questi elementi di Natura regolano le loro azioni, e reazioni, e quello che più importa, i seguaci del Leibnizio, e lo stesso VVolfo non proferiscono verbo intorno i canoni, che diriggon la segreta economia. Io ne sono totalmente all'oscuro, e solo chiaramente comprendo, che non ci può essere lume valevole ad isgombrar le mie tenebre. A che giova dunque logorarci il cervello dietro le monadi, che mai non vengono ad uso, anzi che nelle nostre meditazioni ci servono d'impaccio? Per la qual cosa dico, che si sovverte da capo a fondo il buon metodo di ragionare: conciossiachè se ci fosse mai speranza, lo che giudico impossibile, di penetrare nell'arcano meccanismo de' menzionati elementi; si dovrebbe procedere al rovescio, e pigliarne gl'indizi, e le conghietture dall'artificio usato dalla Natura ne' lavori ai sensi soggetti.

XII.

XII.

Ho sempre riputato inutili gli sforzi dell' umano intelletto, qualora si abbandonano le comuni conosciute cagioni per inventarne a capriccio di nuove, e di non più intese. Si fabbricano esse sopra un può essere, che del pari potrebbe non essere: e siccome l' accettarle è una mera cortesia; così meglio sarebbe l' astenersene; perchè dall' incerto non nasce, se non se l' incerto. Non mi sia disdetto trattenermi per poco sulla attrazioni insinuate dal Cavalier Nevvton, e da' suoi seguaci avidamente abbracciate. Osservo, che bene spesso si fa un salto precipitoso da cagione a cagione, e l' una dall' altra talmente disparata, che non ci si scorge vestigio alcuno di analogia. Ed un tal foggia di filosofare, in cui non si ravvisa coerenza tra i principj, nè tra le conclusioni, a me sembra contraria al buon senso, ed alla retta ragione. L' Idrostatica dimostra i Teoremi appartenenti alle galleggianti, ed a' fluidi, che poggiano a varie altezze ne' vasi comunicanti a misura della loro specifica gravità. Le conseguenze si cavano unicamente dalla teorica degli equilibrij, nè c'è stato Matematico, che abbia battuta altra strada, non eccettuati gli stessi Inglesi. Ora interviene, che rifatto alquanto un cannellino di angusto diametro nell' acqua, e nell' argento vivo, quella si alzi sopra il livello, e questo si avvalli: e ciò si verifica tanto all' aere aperto, quanto nella macchina del vuoto. Il fenomeno è curioso, ed accompagnato da particolarità, che fino al presente non han ricevuta una congrua spiegazione. Che si fa dunque? Ognuno crederebbe, che si attendesse novello lume, ed intanto si sospendesse il giudizio. Nulla di ciò: si mette in non calere la legge dell' equilibrio, e non si pensa di andare in traccia di quelle circostanze, che nel caso nostro accidentalmente la turbano. S'introduce di berto nel vetro una comoda attrazione, ed il più bello si è, che si finge proporzionale non mica alla massa, ma alla superficie concava del cannello, e si ricorre ad una quantità matematica, e non fisica, che si mette opportunamente in azione, e con ciò si saldano tutte le partite.

CA.

CAPITOLO SETTIMO

De' principj Newtoniani.

I.

L' Incomparabile Signor Cavalier Isacco Nevvton inteso col suo vanto, ed acutissimo ingegno a stabilire i principj matematici della scienza naturale, premette tre leggi di Natura, ed altrettante regole di metodo. Le prime leggonsi nel cominciamento della grand'opera, e le seconde sono poste in fronte del libro terzo, dove si ragiona della costituzione dell'Universo. Non mi si ascriva ad arroganza, se all'esame le sottometto: conciossiachè trattandosi di assiomi, ne quali a prima vista, e senz'alcun giro di raziocinio dee scoprirsi limpida la verità, non istiamo mai abbastanza in guardia per non lasciarci sedurre dall'apparenza, o dall'autorità. Ed appunto le inavvertenze degli uomini sommi sono quelle, che più facilmente si propagano, e quasi sementa nociva sparsa nelle menti altrui germogliano in una ricolta copiosa d'errori.

II.

Legge prima. Ogni corpo persevera nel suo stato di quiete, o di moto uniforme per linea retta, se non se inquanto dalle forze impresse viene stretto a mutare il suo stato. Questo assioma è certissimo, ed è stato da me dedotto dal principio generale della indifferenza, potendosi anche appoggiare alla ragion sufficiente, ma ben usata. Il nostro Autore conferma il suo canone cogli esperimenti. I projecti, soggiugne egli, ne' propri moti costantemente persistono, se non vengono ritardati dalla resistenza dell'aria, o spinti abbasso dall'azione della gravità. La trottoia, le di cui parti sono per guisa coerenti, che di continuo ritraggono scambievolmente se stesse dai moti rettilinei, non cessa di rotarsi, fin a tanto che viene il moto circolare appoco appoco diminuito, ed estinto. I pianeti, e le comete, che girano in un mezzo di tenuissima resistenza a detta del Signor Nevvton, e secondo alcuno de' suoi seguaci nel vano, conservano o per lunghissimo tempo, o per sempre i loro moti progressivi, e curvilinei. Questo ultimo esempio doveva forse ometterli; perchè si tenta di render ragione d'un fenomeno per altro vero, ma che da' Fisici in molte maniere viene spiegato.

III.

Legge seconda. La mutazione del moto è proporzionale alla forza motrice impressa, e fatti secondo la linea retta, per cui la forza stessa
s'im-

s'imprime. Se una data forza genera qualsivoglia moto, la doppia genererà un moto doppio; e la tripla un triplo, o s'imprima tutta in una volta, o successivamente per gradi. Ed un tal moto (atteso che viene sempre determinato dalla direzione della forza generatrice) o si accresce al moto cospirante, o si sottra dal contrario, oppure all'obliquo obliquamente si aggiunge, e con esso giusto la determinazione dell'uno, e dell'altro si modifica, e si compone. A buon conto io regolerai l'espressione: *Si vis aliqua motum quemvis generet..... sive simul, & semel, sive gradatim impressa fuerit*; imperocchè non trasmettendosi mai forza viva da corpo a corpo senza le azioni delle forze morte acceleranti continuamente applicate, a parlar esatto queste operano sempre per gradi, e successivamente; abborrendo la Natura di progredire per via di salti. Appresso nella spiegazione della legge addotta si abbraccia la sentenza de' Cartesiani, i quali misurano le forze vive dalla quantità del movimento, e conseguentemente si esclude la Leibniziana, che le fa proporzionali alla massa moltiplicata per la metà del quadrato della velocità.

IV.

Per entrare nella mente dell'Autore diamo un'occhiata alle conseguenze. Trascuri i due primi corollari, e mi appiglio al terzo. La quantità del moto, che si misura dalla somma dei moti cospiranti, e dalla differenza dei contrari, non si cangia dall'azione mutua de' corpi medesimi. Conciossiachè l'azione, e l'opposta reazione sono eguali per la legge terza, su cui fra poco ragionerò, e conseguentemente per la legge seconda producono ne' moti mutazioni eguali in parti contrarie; dunque i moti si fanno per lo stesso verso, cioè, che si aggiunge al movimento del corpo, che fugge, va levato da quello del corpo, che l'incalza: atteso che ne rimanga la somma di prima. Se poi i corpi si vengon incontro, sarà pari la sottrazione da farsi nel modo d'amendne; onde la differenza dei moti diretti in parti contrarie perseveri sempre la stessa. Si adducono finalmente alcuni esempj, da' quali si raccoglie, che avanti, e dopo il congresso sta salda la medesima quantità del moto o assoluta, o relativa.

V.

Il Corollario quarto c'insegna, che il centro di gravità di due, o più corpi non muta lo stato suo o di moto, o di quiete a causa delle azioni dei corpi fra loro in qualsiasi modo esercitate. Perciò di tutti i corpi agenti l'un contro l'altro (escluse le impressioni, e gl'impedimenti estranei) il comun centro delle masse o sta fermo, o in linea retta cammina uniformemente. Per confermare il principio nella spiegazione si dice: se alquanti corpi procedono per linee rette uniformemente, il comun centro di due d'essi o riposa, o uniformemente progredisce in linea retta;

ta; imperciocchè la linea, che congiugne i loro centri particolari, dal comune in ragion data viene partita. Similmente il comun centro di amandue, e di un terzo, qualunque o sta in quiete, o cammina per linea retta con moto uniforme; avvegnachè da esso dividefi la distanza del centro comune di due corpi, e del centro del terzo corpo in date proporzioni. Così vadasi discorrendo. Quinci nel sistema di due corpi fra loro agenti essendo le distanze d'entrambi dal centro di gravità reciprocamente come i corpi; saranno i moti relativi de' corpi stessi o di accostarsi a quel centro, o di allontanarsene fra loro eguali. Per la qual cosa il centro suddetto dalle mutazioni eguali de' movimenti fatte in parti contrarie, ed altresì dalle azioni scambievoli di questi corpi nè si promuove, nè si ritarda, nè soffre alterazione nel suo stato rispetto al moto, ed alla quiete. Il razziocinio si applichi a qualsivoglia moltitudine di corpi, e si conchiuda, che il centro comune di tutti dall'azione di due d'essi non cangia stato. Ora le azioni tutte dei corpi fra loro o si esercitano fra una coppia di corpi, o sono composte dalle azioni de' corpi medesimi prese a due a due; e perciò nel comun centro non inducono mutazione o di moto, o di quiete. Attesochè prima d'ogni azione il menzionato centro di gravità o si mantiene in riposo, o per una data retta procede con celerità equabile; non ostante le mutue azioni de' corpi o sempre seguirà a starsene in quiete, o continuerà a viaggiare con pari velocità per la solita direzione, se dalle forze estrinsecamente comunicate non verrà obbligato ad assumere una novella costituzione di cose. Il sistema dunque di parecchi corpi è regolato da quella stessa legge, che dà norma ad un corpo solo, quanto alla perseveranza nello stato di moto, o di quiete; conciossiachè il movimento progressivo d'un corpo solitario, o d'un sistema di corpi dee sempre desinersi dal moto del centro di gravità.

VI.

Non è da stupirsi, che l'insigne Geometra Inglese si sia lasciato rapire dal corso d'un'opinione derivata sino dal Galileo, ed abbracciata concordemente da tutti i Matematici d'Europa. La prima volta, che il Leibnizio diede fuori il suo non più udito sentimento, la novità fu mal ricevuta, e generalmente spacciata per uno strano paradosso. Coll'andar del tempo si è maturata, e resa di miglior sapore, e presentemente ardisco di dire, che il non arrendersi alle dimostrazioni testè uscite in pubblico risente di ostinazione. Dalla quantità del movimento si piglia l'estimazione delle forze vive, e conseguentemente degli effetti, ch'esse sono atte a produrre. Si suppone, che restino illese nel congresso de' corpi, e nelle comunicazioni de' moti, avendosi ad aggiugnere, se sono cospiranti, ed a sottrarre, se sono contrarie. Ma egli è certo, che forza non distrugge forza, e che le forze negative, a cui gli effetti negativi dovrebbero parimenti corrispondere, sono stravaganti immaginazioni introdotte in grazia d'una falsa ipotesi. Oltre che non è sempre vero, che seguita la vicendevole azione fra
le

le masse, persevera la medesima quantità di moto, che il centro di gravità viaggia prima, e dopo l'urto con velocità o nulla, o pari, e per la stessa direzione. Sono queste leggi secondarie in parecchie circostanze abbandonate dalla Natura, ogni qualvolta così dee comportarsi per tener ferma la principale felicemente scoperta dal Leibnizio. Al canone fondamentale deggiono sottraherli gli accessori, i quali non trovano luogo, quando il meccanismo della Natura non consente, che l'uno, e gli altri insieme si accordino. Ed attesochè per lo più interviene, che tanto la legge principale, quanto le secondarie si accoppino, ed unitamente si verifichino; non è maraviglia, che uomini di finissimo intendimento forniti ne siano stati delusi:

VII.

Dal gran principio della indispensabile egualità tra le cagioni, e gli effetti nasce un corollario: ed è; che in qualunque maniera si adopri un corpo animato da una forza viva di determinata attività nel partecipare ad altri corpi le impressioni o direttamente, o per istrade oblique, ed anche per mezzo di replicate riflessioni, o consumando il suo intero vigore, o ritenendone in se stesso una porzione, ovvero spendendolo parte in forze vive, e parte in morte; succederà sempre, che l'aggregato delle forze, compiute le azioni, pareggi quella forza, che da principio risiedeva nel mobile. E vaglia il vero gli effetti tutti da una sola causa nella nostra supposizione traggono l'origine: come dunque può essere, ch'essi ricrescano, o scemino, se non si aumenta, o non si minora proporzionatamente l'energia della cagione operante? Se due corpi affatto molli si percuotono insieme, e dopo la collisione con celerità pari di conserva procedono, la forza viva in essi superflua non assorbe intieramente il vigor della causa; avvegnachè cade in paralogismo chi ne trascura quella parte, che passa in forza morta, e nell'ammaccatura, e nella costringenza s'impiega. Appresso chi dirà mai, che una massa elastica guarnita d'una data celerità, se per avventura urta in un obice inamovibile, e patisce una riflessione sotto qualunque angolo, acquisti, o perda forza, mentre cammina per la nuova strada colla primitiva velocità? Il moto riflesso cangia la direzione, ma non lo stato dei corpi, se non se in quanto una porzione della loro forza ordinarmente manca sul colpo, lasciando di se un qualche vestigio. Per altro le molle perfettamente tali restituiscono nello spiegarli tutta la forza, che anno ricevuta nel ristignerli, senza nè punto nè poco alterarla; non essendoci motivo di forza, per cui deggiano accrescerla, o diminuirla. E niente importa, che dal ribattimento sia spinto il mobile verso qualunque piaggia; avvegnachè conserverà egli la sua solita energia, ed a produrre un effetto pari per qualsivoglia direzione sarà egualmente valevole. Anco in tali circostanze giuoca il canone generalissimo della indifferenza, e la cosa è tanto piana, che a nulla serve il maggiormente rischiarela.

VIII.

Mi accingo a dimostrare, che colle premesse irrefragabili verità non può conciliarsi la massima de' Cartesiani, i quali la forza viva, e la quantità del moto, o di direzione giusto la frase del Sig. Giovanni Bernoulli, totalmente confondono. Messa da canto i più sottili investigamenti, mi vaglio d'una semplicissima ipotesi. La palla A (Fig. IV.) colla velocità V urti direttamente nella palla B costituita in quiete, ed ambo sieno perfettamente elastiche. La Teorica di Cristiano Ughenio ricavata dal moto traslato m'insegna, che seguita la collisione, la sfera B camminerà colla velocità $= \frac{2 A V}{A+B}$, e farà fornita della quantità di moto, o della forza vi-

va secondo l'opinione degli Avversarij $= \frac{2 B A V}{A+B}$; la quale paragonata

colla primitiva esistente avanti qualunque azione nel corpo $A = A V$, ci si presenterà l'analogia $A V : \frac{2 B A V}{A+B}$, ovvero $A+B : 2 B$. Facciasi A mino-

re di B, ed in tali casi la forza, che risiede nella massa B, supererà quella, da cui prima della percossa era animata la massa A: sebbene questa si è l'unica, che faccia figura di causa. A buon conto se la sfera A procedente da principio colla celerità V era valevole a produrre un dato effetto; la palla B, siccome dotata di più forza, un maggiore ne produrrà. Eppure la B altronde che dalla A il suo vigore non riconosce. Ed ecco una manifesta ripugnanza: conciossiachè non mi si darà mai ad intendere, che una forza limitata, abile a generar un effetto pari a se stessa, trasfondendo in parte la sua azione per mezzo d'un altro corpo, giunga a partorire un più grand'effetto. A cagion d'esempio la massa A affetta dalla velocità primitiva V iscavi nella materia molle, e cedente una fossa proporzionata: chi dirà mai, che il globo B, il quale nell'atto della collisione acquista una maggior quantità di moto, conforme abbiamo dal calcolo, si renda atto a formare una buca più larga, e più profonda? Così convien dire, mentre le forze dei corpi in moti si misurino dalle masse moltiplicate nelle attuali velocità; perchè all'efficacia più gagliarda della cagione operante dee necessariamente corrispondere un più sensibile effetto.

IX.

La risposta, per cui gli Avversarij tentano di sfuggire l'affurdo, è, s'io non erro, ancora più assurda. Affermano, che bisogna por mente a ciò, che succede nel corpo A, la velocità del quale, compiuto l'urto, si fa essere $= \frac{A-B \times V}{A+B}$. E perchè si vuole A minore di B, la predetta velocità

sarà

farà negativa, e la palla A, cangiata direzione, camminerà al rovescio della palla B. Quindi si d'uopo computare siccome negativa la quantità del moto della massa A, espressa per $A \cdot V - A \cdot B \cdot V$, e sottrarla dalla positiva della massa $B = \frac{A \cdot B \cdot V}{A+B}$. Istituite le operazioni analitiche, troveremo $A \cdot V - B \cdot A \cdot V + \frac{A \cdot B \cdot V}{A+B} = \frac{A+B}{A+B} \times A \cdot V = A \cdot V$; e perciò la quantità

del movimento de' due corpi A, B, seguito l'urto, è precisamente uguale alla primitiva, quando se ne prenda la differenza. Che se il globo A fosse maggiore del globo B, essendo le quantità del moto conspiranti, se ne dovrebbe pigliar la somma. Queste sono idee puramente algebratiche, che si fanno giuocar in Fisica a contrattempo. E vaglia il vero: la sfera A, che torna indietro, qualunque volta è più picciola di B, si trova corredata di massa, di velocità, e conseguentemente di forza viva, ed è capace di vincere la tenacità delle materie cedenti, e di forare una buca proporzionale alla sua energia. Nulla dunque rileva, che l'azione si dirigga verso Oriente, piuttosto che verso Occidente, qualora un pari effetto succede. Non ha più che fare dopo la percossa la palla A colla B, e l'una essendo dall'altra staccata, e procedendo tal fiata con celerità opposte, non esercitano insieme alcuna sorta di commercio, ed ognuna d'esse a misura del suo vigore si adopera. Forse la fossa formata dal corpo A, che retrocede, non debbe annoverarsi fra gli effetti Fisici, e reali, ma corrispondendo ad una forza, che si spaccia per negativa, sarà dello stesso genere? Per la qual cosa, conforme che la cagione agente, o la forza viva consiste nel divario fra le due quantità del moto direttamente contrarie; così l'effetto vero, e reale dovrà misurarsi non già dalla somma, ma bensì dalla differenza fra le due buche: laonde la fossa escavata dalla palla A avrà a sottrarsi dalla più grande prodotta dal globo B, ad oggetto di conservar intesa l'uguaglianza fra la causa generante, e l'effetto generato. La Natura nell'opporle le sue resistenze agli sforzi de' corpi in moto, non bada alle direzioni, e parmi impossibile, che uomini dotati di fior d'ingegno non arrossiscano nell'esporre in pubblico tali esorbitanze.

X.

Ho sempre riputato un fortissimo argomento a pro dei Leibniziani, che dalla lor posizione le forze negative restano escluse. La massa, e l'inerzia sono certamente affermative, e tale si è la ripugnanza di qualunque corpo al cangiamento di stato, la quale non si diversifica da ciò, che il mobile venga spinto piuttosto per una, che per l'altra strada. Le direzioni, ed anche le velocità possono essere relativamente contrarie: ma una celerità o positiva, o negativa alzata al quadrato, e moltiplicata per la massa ci dà

M²

sem-

sempre un prodotto affermativo, e di conseguenza una forza vera, e positiva atta a generare un effetto Fisico: avvegnachè in qualunque maniera, e per qualsivoglia direzione un corpo muti stato o per il moto locale, o per la figura, e per la costipazione delle parti, o per altro titolo, l'effetto è sempre reale, e non mai negativo; altrimenti fra le quantità negative avrebbe a riporsi la massa, e l'inerzia alla massa proporzionale. Raccoglasi per via di Corollario essere impossibile, che la forza viva d'un corpo in moto sia come la massa moltiplicata in qualsivoglia potestà della velocità, quando l'esponente sia un numero impari: e la ragione si è, perchè alle velocità negative le forze altresì negative risponderebbono.

XI.

E' tempo omai di troncar il nodo. La palla A, che compiuta la percossa, a ritroso della palla B s'incammina verso C. colla quantità del movimento $A^*V - ABV$, incontri per viaggio la cordicella DG elastica, e

$$A+B$$

tesa: ed il mobile nello stirarla, e nel ripiegarla in angolo perderà appoco appoco la sua forza totale, riducendosi per un momento alla quiete: ma la ricupererà tutta intiera col rimettersi della molla, la quale essendo guarnita d'una perfetta elasticità, in se stessa una minima parte non ne ritiene. Superiormente si è insinuato, che la riflessione non muta forza; perchè è proprietà d'un risentito elastico di restituirla senza minoramento tal quale l'ha ricevuta. Per la qual cosa seguito il ribattimento, ambo le sfere A, B progrediranno giusto la direzione CBH con quantità di moto conspiranti, ed affermative: la prima colla quantità $B - A \times AV$, e la seconda colla

$$A+B$$

quantità $\frac{1}{2} BAV$. Qui non ci sono movimenti opposti, onde l'uno abbia

$$A+B$$

a sottrarsi dall'altro, e perciò se ne dee prender la somma

$$= \frac{B - A \times AV + \frac{1}{2} BAV}{A+B} = \frac{\frac{1}{2} BAV - A^*V}{A+B}, \text{ la quale paragonata colla}$$

quantità primitiva del movimento $= AV$, ci dà l'analogia

$$\frac{\frac{1}{2} BAV - A^*V}{A+B} : AV :: \text{ovvero } \frac{B - A \times AV}{A+B} : B. \text{ Ma posta } B \text{ più grande}$$

di A, il primo termine è maggiore del secondo; dunque dopo il congresso, e la riflessione la quantità del moto, che risiede nelle due palle A, B, supera di lunga mano quella, da cui prima d'ogni azione era animata la sfera A. Salvi chi può nella sentenza de' Francesi, e degl' Inglese l'uguaglianza fra le cause, e gli effetti, mentre abbiamo sotto gli occhi effetti tali, che l'energia della propria cagione vincon d'affai.

XII.

XII.

Si potrebbero replicare le riflessioni, e dirigere i corpi A, B per qualunque verso, persistendo illese le loro forze modificate dalla mutua collisione. A cagion d'esempio la palla A, che nel caso nostro cammina al rovescio della B, dia di petto nella sune elastica ECF ripiegata rispetto alla linea AC del moto ad angolo semiretto ACF; ognuno comprende, che ribalzerà la sfera per la retta CD normale ad AC, salva la sua solita velocità. In ordine a ciò le quantità del moto, da cui sono affetti i corpi A, B, si dispongono in maniera, che le lor direzioni non sono cospiranti, nè contrarie; attesochè mentre il corpo B prosegue il suo viaggio per la strada BH, l'altro A viene obbligato a muoversi per la linea CD perpendicolare a CH. In tale ipotesi delle due quantità del movimento, che nelle masse A, B si rinvergono, deesi prendere la somma, o la differenza? S'io per poco milito sotto le bandiere degli Avversari, non so come uscire d'impaccio. Per una parte le divisate quantità di moto l'una dall'altra sottrar non si vogliono; perchè fra i movimenti non c'è contrarietà. Per l'altra richiedendo la ragione, che per l'addotto motivo si aggiungano; cade di bel nuovo a terra la sentenza comune: conciossiachè abbiamo meno forza nella cagione, che nell'effetto, nè si fa capire qualmente una forza più picciola resti abilitata a produrne una più grande.

XIII.

Per ora basti così. La teorica del Leibnizio non soggiace ad ambiguità, e toglie di mezzo gli assurdi, e specialmente il massimo, che giugne fino a distruggere l'indispensabile uguaglianza fra le cagioni produttrici, e gli effetti prodotti. Ed in fatti pigliasi la velocità della palla A o negativa $= AV - BV$ dopo la collisione, o affermativa $= -AV + BV$ dopo il

$$A+B$$

$$A+B$$

ribattimento, il suo quadrato sarà sempre positivo $\frac{A^2V^2 - 2ABV^2 + B^2V^2}{A^2 + 2AB + B^2}$,

che moltiplicato per la massa A esporrà la forza viva del corpo A, la quale non può mai essere affetta dal segno negativo. Facciasi un pari lavoro intorno il corpo B, e la sua forza viva si esprima per $\frac{4A^2BV^2}{A^2 + 2AB + B^2}$, indi

uniscansi insieme le predette forze, e si abbia il loro aggregato

$$= \frac{A^2V^2 - 2A^2BV^2 + A^2B^2V^2 + 4A^2BV^2}{A^2 + 2AB + B^2} = \frac{A^2 + B^2 \times A^2V^2}{A+B} = AV^2,$$

istituite le debite operazioni. Quindi in qualunque modo si comunichi il

mo-

movimento, iterando i colpi, e le riflessioni, e facendo passare le velocità di positive in negative, di dirette in oblique; avverrà sempre, che raccolte in una somma le forze vive, di cui sono forniti i corpi A, B, pareggino l'originale AV^2 , che da principio nel corpo A risiedeva. E questa si è la regola fondamentale, di cui la Natura non si dimentica, perchè se altrimenti si adoperasse, cessando in parecchi casi i canoni secondari, non ci sarebbe maniera di tener ferma la stretta corrispondenza fra le cagioni, e gli effetti, ed una forza data sarebbe capace di generar un complesso di forze tali, che di gran lunga la superassero, o ne restassero superate. Per la qual cosa da un canto si sovverte l'economia dell'Universo colla introduzione d'innumerabili leggi, che a nessuna si sottomettono, e dall'altro si distrugge la Scienza Fisica, togliendosi di mezzo ogni criterio di sapere, ed ogn'indizio di verità.

XIV.

Fa di mestieri pertanto discernere, e separare la legge principale dalle accessorie. Dall'osservare la prima inviolabilmente, la Natura non si dispensa giammai. Delle altre talvolta se ne serve, e talvolta le trascura, secondo che le circostanze il richiedono; succedendo bene spesso, che senza ripugnanza non possono insieme accoppiarsi. Ella guari non fa caso, che le quantità del movimento, e le velocità relative si mutino, nè tampoco, che il centro di gravità acceleri, o ritardi il suo viaggio, e devii dalla sua direzione. La celerità d'esso centro si determina, applicando alla quantità del moto la somma delle masse. Nel nostro caso procedendo il corpo A colla velocità V, e stando il corpo B in riposo, il centro comune progredisce colla celerità $= \frac{AV}{A+B}$, e dopo l'urto col-

la equivalente $\frac{AV + BAV}{A+B} = \frac{AV}{A+B}$. Ma quando il mobile patisce una

riflessione, e stimolando la funicella elastica DG, perde a gradi il suo moto, per guisa che pareggiandosi la forza operante colla resistente, se non altro per un momento alla quiete si riduce. In tal incontro sussiste soltanto la quantità del moto nel corpo B $= \frac{2BAV}{A+B}$, che all'iniziale

AV sta, come $2B : A+B$, e nella stessa ragione si rinviene la velocità del comun centro alla primitiva; mercecchè per determinarle amendue, si deono dividere le rispettive quantità del movimento per la somma costante $A+B$ delle masse. E giacchè A si è assunta minore di B; ne segue, che il menzionato centro procede con maggiore celerità. Appreso si rimetta la molla, e restituisca al globo A l'intera velocità in senso contrario, onde viaggi per la direzione CAB colla quantità positiva di mo-

moto = $\frac{ABV - A \cdot V}{A + B}$, cui si aggiunga l'altra del corpo B, per averne

la somma = $\frac{3ABV - A \cdot V}{A + B}$, e conseguentemente la velocità del centro

di gravità = $\frac{3ABV - A \cdot V}{A + B}$, la quale paragonata colla iniziale = $\frac{AV}{A + B}$

sta in proporzione di $3B - A : A + B$. Al pari dunque della quantità del moto ricsce la celerità del comun centro delle masse. Nè con ciò si turba punto l'economia, e la costanza della Natura, che trasandate in certe occorrenze le leggi secondarie, col non violare la principale conserva intatta l'analogia tra le cagioni, e gli effetti, e nel tempo stesso ci porge un fermo criterio per riconoscere i canoni fondamentali, e per separarli dagli accessori.

CAPITOLO OTTAVO

Della terza legge Newtoniana.

I.

L Egge terza. L'azione è sempre uguale, e contraria alla reazione; ovvero le mutue azioni fra due corpi sono sempre uguali, e si diriggono in parti contrarie. Di questo Canone anno avuto sentore gli antichi Filosofanti, i quali solevano dire; che *omne agens agendo repatitur*, e che *agens tantum agit, quantum patitur*. Io sono stato lunga pezza perplesso, qual profitto in Fisica possa trarsi dal premesso assioma: e perchè maneggiandolo da molti lati mi sono accorto, che non va esente dalle equivocazioni, e che tal fiata se ne fa abuso, specialmente nelle scuole Cartesiana, e Newtoniana; ho preso il partito non già di escluderlo totalmente, ma piuttosto di ridurlo a dovere, e di rinserirlo fra suoi giusti confini. Abbiasi continuamente in vista la necessaria eguaglianza fra le cause generanti, e gli effetti generati: legge di Natura inalterabile per ogni titolo, e che non ammette eccezzuazione. Questa dia norma al menzionato principio delle azioni, e delle reazioni, e stiamo sempre in guardia, s'esso coll'altro si accorda, e camminano amendue di concerto. Quando scambievolmente si contrastano, sia stabilito, che il secondo al primo dee cedere la preminenza; perchè o si prende sbaglio nel misurare le azioni, e le reazioni; o mal si conoscono le vere cagioni, e gli effetti corrispondenti. Obbliato un tal importante documento, daremo di petto ne'paralogismi, e negli assurdi.

*Ignoroso di principi
della fisica
non profano*

II.

II.

Me ne danno indizio gli esempj addotti dal nostro Autore. Profeguiscie egli: un corpo, che preme, o tira un altro, è premuto, o tirato altrettanto. Se tal uno preme col dito una pietra, del pari viene il dito dalla pietra premuto. Piacemi di surrogare al dito una palla grave, che posi sopra una tavola, per avere una potenza, che non cessi mai di costantemente operare. Collocato con destrezza il peso sulla mensa, la gravità, che non dorme, fa forza di spignerlo all'ingìù, e sul bel principio esercita una qualche minima azione, per cui 'l piano, ed il globo a vicenda si ammaccano. Qui c'entra un grado sievolissimo di forza viva, del quale non occorre presentemente di far parola. Dopo ciò il conato agente, ed il reagente alla per fine si equilibrano, e le cose alla perfetta quiete riduconsi; nel mentre cioè, che la resistenza della tavola pareggia la sollicitazione istantanea del grave, il quale sebbene replica incessantemente i suoi sforzi, non supera però la ripugnanza del piano, che ricusa di soffrire una maggiore collapazione. C'è dunque una perpetua lotta tra le pressioni del peso, e le contrapressioni del sostegno, ed in tal positura di cose l'unico effetto, che si ottiene, è l'equilibrio di due forze morte, atte a cozzare insieme per tutta l'eternità, senza che da una banda, piuttosto che dall'altra pieghi mai la vittoria.

*Caro di sopra
congrua
lancina*

III.

Ne'divisati contrasti, quantunque volte si tratta semplicemente di forze morte, i conati delle quali scambievolmente impediti non arrivano mai a produrre forze vive, ha luogo il canone, che l'azione è uguale, e contraria alla reazione, e possiamo servirsene fuori d'ogni suspirazione d'errare. Poste due d'esse ambo attive, che pugnando insieme non si superino, come due elastri di pari robustezza, i quali oltre il premere ugualmente gli appoggi inamovibili, reciprocamente si sostengano; si osservi, che amendue nell'atto stesso fanno figura di cause, e di effetti. Operano in qualità di cagioni; perchè fanno sforzo di dilatarsi: ed operano altresì siccome effetti; perchè con pari nifo alla espansione si oppongono. Per la qual cosa non si puote metter in dubbio l'eguaglianza tra l'azione, e la reazione, o vogliam dire tra la cagione, e l'effetto; imperocchè egli è indifferente considerare l'urto della molla a destra come causa, e quello della molla a sinistra siccome effetto, o pure al rovescio: laonde nella presente ipotesi la cagione, e l'effetto non si distinguono, e sono una cosa medesima.

IV.

Il secondo esempio allegato dall'insigne Geometra Inglese si è quello del cavallo che si strascia dietro una grossa pietra legata ad una fune.

ne. Quanto il cavallo spigne avanti il sasso, altrettanto è tirato, per così dire, indietro dal sasso medesimo; attesochè la corda violentemente stirata, che fa forza di ritrignersi, con pari, ed opposta azione promuove il moto della pietra, e ritarda quel del cavallo. Posta soltanto attenzione alle forze morte, che mutuamente si contrastano, questo caso rinvie all'antecedente. Ed in fatti può accadere, che al cavallo, per quanto sforzo egli v'impieghi, non riesca di muovere il grosso peso, che al suo conato si oppone; perchè dalla resistenza, che impedisce l'azione ne nasce una specie d'equilibrio. Non può negarsi, che il cavallo per mezzo della fune non faccia nell'eccedente peso una qualche impressione o di stiramento, o di tremito, ma senza sensibil profitto; avvegnachè oltre l'inerzia, e la gravità si ha da vincere l'adesione, ed il fregamento. Considerato poi 'l moto alla pietra comunicato, la cosa ricade nella seguente ispezione; conciossiachè torna allo stesso, che l'economia de' movimenti si regoli o per via d'impulsi, o per via di attrazioni. Ne' Comentarj dell' Accademia di Bologna ho pubblicata una Dissertazione, in cui si dimostra, che nell'uno, e nell'altro incontro si verificano le stesse stessissime leggi, e che quella porzione di forza viva, che nel primo caso si consuma nella scambievole confusione de' corpi, che si perturbano, nel secondo s'impiega nello stendere, o nel rinferare la verga elastica, che li congiugne.

V.

Segue il terzo esempio. Se un corpo qualunque urtando in un altro, colla propria forza cangerà lo stato del paziente, quello, che agisce, soffrirà nel suo moto la medesima mutazione in parte contraria per la resistenza dell'altro: e ciò attesa l'egualità della mutua pressione. A cotali azioni si fanno pari le mutazioni non mica delle velocità, ma bensì dei moti, cioè ne' corpi non altronde imprditi: imperocchè le mutazioni delle velocità fatte in parti altresì contrarie (essendochè i moti egualmente si mutano) sono ai corpi reciprocamente proporzionali. Questa legge ha parimenti luogo nelle attrazioni, come nel prossimo scolio si proverà. Insiste il Cavalier Nevvton a confermare le massime Cartesiane applicandoci l'assioma, che le azioni sono sempre uguali, e contrarie alle reazioni. Io per me penso, che facciasi un patente abuso del pronunziato: e la ragione si è, perchè non si forma una chiara, e distinta idea dell'azione, e della reazione, e molto meno della causa, e dell'effetto. A buon conto si torna a confondere la forza viva colla quantità del movimento: sopra il qual punto io non dovrei spender parole, avendo provato abbastanza nell'antecedente capitolo, che la Natura non si prende pensiero di conservar sempre intatta la stessa quantità di moto: regola, che quand'anco frequentemente s'adempia, debbe tuttavia riporsi fra le secondarie, e non può mai far figura di principale. Per la qual cosa su questo canone non abbiamo a far pausa, nè derivare da esso il meccanismo delle cause fisiche: ma fa d'uopo internarsi più addentro nelle azioni delle forze morte, e nella vera estimazione delle forze vive, che indi si generano proporzionali alla

metà del prodotto della massa nel quadrato della velocità. I Matematici di Francia, e d'Inghilterra, i quali della massima Leibniziana non si appagano, non isperino mai di capire la germana economia delle azioni, e delle reazioni, nè di mettere a coperto la necessaria corrispondenza fra le cagioni, e gli effetti.

VI.

Qui cadono in considerazione tre definizioni premesse fra le altre dal nostro Autore, le quali sebbene pare, che si restringano a soli conati centrali, deggiono valere in qualunque sorta di forze successivamente applicate. Definizione sesta. La quantità assoluta d'una forza morta si misura dall'efficacia maggiore, o minore della cagione. La virtù magnetica a proporzione della mole, o dell'intensione è più forte in una, che nell'altra calamita. Aggiungo, che un elastro o più ferrato, o più robusto esercita sforzi maggiori per restituirsi. Definizione settima. La quantità acceleratrice d'una forza morta si desume, ed è proporzionale alla velocità generata in un dato tempo. Il vigore della stessa calamita ricresce al diminuirsi della distanza. La gravità stimola più alla discesa i mobili nelle basse valli, e meno nelle alte cime de' monti, e meno ancora in maggiori lontananze dal globo della Terra. Ma in eguali discostamenti è da per tutto la stessa, e tolta di mezzo la resistenza dell' aere, accelera egualmente i corpi, o piccioli, o grandi, o pelanti, o leggeri. Definizione ottava. La quantità motrice delle forze continuamente applicate si misura, ed è in ragione del moto in un dato tempo prodotto. Così in differenti corpi sta come i pesi, e nel corpo medesimo si rinviene maggiore in vicinanza della Terra, e minore in lontananza. Questa quantità è, per così dire una propensione del corpo intero verso il centro, è si rende palese da quella forza contraria, ed eguale, che impedisce la caduta del mobile.

VII.

Quantunque io sappia, che nel determinare il significato de' vocaboli non si debba piatire; non consente però il buon metodo, che coll' abuso d'una definizione di nome favorevole ad una dubbiosa sentenza, si procuri di foppaiato decidere una celebre controversia, e s'incorra inavvedutamente in una manifesta petizione di principio. Assume il Cavalier Nevvton, che le impressioni acceleranti o variabili, o costanti tante volte si replichino, quanti sono gli elementi del tempo, che danno norma alle successive istantanee azioni, e conseguentemente si fa forte sulla formula del Galileo $sdt = mdu$, in cui s esprime la forza sollecitante, dt l'elemento del tempo, m la massa del corpo, cui si comincia il moto, e du la fluizione della velocità crescente. Passando alle integrazioni, avremo $\int sdt = mu$: ma la sommatoria $\int sdt$ dinota l'aggregato di tutti i minimi in-

impulsi relativamente al tempo derivati dalle forze morte successivamente operanti, e trasferiti passo passo nella massa m ; dunque tenuta fissa l'uguaglianza tra la cagione, e l'effetto, la somma delle sollecitazioni

$\int f dt$ fa figura di causa agente, e la quantità del moto mu indi nascente ci rappresenta l'effetto prodotto pari alla propria cagione. Con pace però dell'illustre Scrittore dico, che dovea egli non supporre, lasciandosi sedurre dal

comun pregiudizio, ma dimostrare che l'integrale $\int f dt$ espone la giusta misura delle azioni sollecitanti, e per conseguenza la vera energia della causa, e che la quantità del movimento mu espone la forza viva al mobile partecipata. Posso negare ambedue le proposizioni con quella stessa confidenza, con cui sono state pronunziate. E vaglia il vero, chi mi vieta di servirmi dell'altra formola $f ds = m du$, che proviene dall'antecedente, surrogando soltanto invece di dt la magnitudine equivalente $\frac{ds}{u}$, cioè in

vece dell'elemento dt del tempo quello dello spazio espresso per ds diviso per l'attuale velocità. Dalla equazione $f ds = m du$ caverò illazioni totalmente diverse, e dirò, che la forza morta f moltiplicata nella differenza ds dello spazio, che si percorre, è uguale al prodotto della massa m nel movimento della velocità $= u du$ e che siccome la forza stessa operante costantemente per l'infinitesimo spazietto ds , a cui si applica, mi dà l'aumento dell'azione; così la grandezza corrispondente $m du$ mi fa palese l'elemento inassegnabile della forza viva, che al mobile vassi agguagliando. Quindi sommando $\int f ds = \frac{mu^2}{2}$, e conseguentemente il com-

plesso delle azioni esercitate dalle forze morte o costanti, o variabili, nell'accompagnare la massa m per gli spazj minimi ds , si trova precisamente uguale alla forza viva $\frac{mu^2}{2}$ impressa nel mobile.

VIII.

Tale si è lo stato della quistione. Si cerca, se la forza viva comunicata ad un corpo, o meglio, se i suoi impercettibili incrementi deggiano misurarsi dall'energia della forza morta moltiplicata nelle differenze ds dei tempi, o pure in quelle degli spazj espresse per ds . La cosa è per se stessa ambigua, e le prove, che sogliono chiamarsi a priori sono del pari incerte, ed inconcludenti. Mi faccio dunque ad esaminare le conseguenze, che da ambedue le opinioni immediatamente dipendono; attesochè portato avanti 'l'raziocinio per via delle iterate illazioni accadrà forse, che mi si presenti o da una parte, o dall'altra una qualche ripugnanza, la quale mi accerti da che lato pieghi la verità. Piglio anzi

N 2

gli

gli occhi una semplicissima ipotesi, e voglio, che ad una fune elastica AB (Fig. 5.) oltre la sua natural dimensione violentemente stirata, si attacchino due palle A, B . Potendo io estenuare quanto mi piace la massa, e l'inerzia della cordicella, salva la sua virtù elastica, giovami di fingerla tanto sottile, e leggera, che la quantità della materia, di cui è composta, rispetto alle masse A, B sia in ragione minore di qualunque data, e perciò non abbia ad entrare ne' computi. Prima d'ogni altra cosa osservo, che le sfere A, B trattenute da forze esterne invincibili non permetteranno, che la corda si accorci. Non lascerà però questa di esercitare contro esse perpetuamente un pari conato per la legge delle azioni, e delle reazioni fra le forze morte di sopra spiegata, nulla importando, che un corpo sia maggiore dell'altro in qualunque proporzione. Levati gl'impedimenti, l'inerzia delle masse A, B cederà alle forze morte della molla, e le palle si andranno passo passo accelerando, fin a tanto che la funicella riducasi alla sua nativa lunghezza CD . E perchè le fibre elastiche si corrugano in senso opposto; è necessario, che si dia un sito, in cui due fibrelle prossime restringendosi con direzioni contrarie, si tocchino, ed operando con pari niso, vicendevolmentesi sostengano. Non costerebbe molto il dimostrare, che questo punto segnato E si è il centro di gravità delle due masse A, B dividente la corda CD nella sua natural positura o più, o meno distratta in ragion reciproca delle masse predette; onde s'abbia in qualunque incontro $B: A:: CE: ED:: AE: EB:: AC: DB$. Esso centro persiste immoto, mentre tutti gli altri punti della funicella si rannicchiano, ed acquistano movimento.

IX.

Ora s'intendano descritte le scale delle sollecitazioni elastiche KIC, NMD (Fig. 6.) tali quali si possano essere; perchè non importa il determinare l'indole delle curve locali. Basta il sapere, che quanto più la corda AB è tesa, tanto fa uno sforzo maggiore per rimettersi. Avremo dunque ne' punti estremi A, B le massime forze sollecitanti AK, BN fra loro eguali; perchè la fune cominciando a contraersi, impiega un niso pari contro le sfere A, B . Pervenute ai siti analoghi H, L , seguiranno ad essere stimolate con conati bensì minori, ma però eguali; avvegnachè tutte le fibre saranno egualmente corrugate, ed ai restringimenti AH, BL , che fanno figura di asisse, proporzionali alle distrazioni totali AC, BD , o alle lunghezze distratte AE, BE , risponderanno le ordinate eguali HI, LM , le quali dinotano quelle forze morte, che ne' punti H, L si applicano ai corpi A, B , e gli spingono uniformemente per gli spazi analoghi, ed infinitesimi Hb, Ll . Quindi per il canone raccordato testè, il rettangolo $IHX Hb = fds = AVdV$; e l'altro $MLX Ll = fds = Budu$ ci metteranno sotto gli

occhi colla loro doppia integrazione $\int fds, \int fds$ le misure delle aree mistilinee $ACIK, BDMN$, o pure il cumulo delle impressioni, che dalla cordicella elastica, durante il suo raccorciamento, vengono ai mobili successivamente comunicate. Essendo pertanto le curve CIK, DMN analoghe alle

alle assise, viene a dire che assunte AH, BL in ragione data di CE: ED; le applicate corrispondenti HI, LM sono eguali; ne segue, che le aje o parziali, o totali delle predette curve sieno proporzionali agli assi AC, BD, ovvero ai segmenti CE, ED, ne quali si divide la fune dal centro di gravità E. Se dunque giusto il sistema Leibniziano espongono la forza viva ac-

quistata dalla palla A nel punto C $\equiv \frac{AV^2}{2} = \int f ds$ per la retta CE (lo

che artefe le assegnate proporzioni non mi può essere disdetto), ne nasce di conseguenza, che necessariamente deggio esprimere la forza viva terminale comunicata alla palla B $\equiv \frac{BV^2}{2} = \int f ds$ per ED segmento residuo del:

la corda CD. Di più la somma delle due forze vive $\equiv \frac{AV^2}{2} + \frac{BV^2}{2}$, di

cui i due corpi A, B compiuta l'azione della molla, si trovano forniti, ci vien rappresentata da una quantità costante, cioè dalla naturale, ed invariabile lunghezza CD della funicella.

X.

Io mi lascio guidare da una spezie d'analisi fondata sulla teorica del Leibnizio: ma l'ipotesi si accosterà più da presso alla verità, quando porremo attenzione ai seguenti corollarij. Primo: si alterino in qualunque modo le masse A, B, per guisa che il centro di gravità resti fiso, e si porti da E in P. Ripetuta la dimostrazione scopriremo, che la forza viva partecipata al mobile A si esporrà per lo segmento CP, e per l'altro PD la forza viva comunicata al corpo B. Per la qual cosa la somma delle due forze in qualunque supposizione si esprimerà per la lunghezza CD della corda. Corollario secondo. Quanto più ricrescono, o scemano le masse A, B, stando ferma la distensione della fune, tanto più proporzionatamente si minorano, o si aumentano i quadrati delle rispettive velocità; onde sia sempre uguale alla grandezza costante CD l'aggregato delle due forze $\frac{AV^2}{2} + \frac{BV^2}{2}$,

facendosi una compensazione fra le semplici masse, e le velocità duplicate. Corollario terzo. Posto infinito il corpo B, la forza viva ad esso impressa farà una magnitudine infinitesima del primo grado; avvegnachè essendo minima la velocità v , il suo quadrato v^2 poggerà alle differenze del secondo ordine, e conseguentemente avendosi a moltiplicare nella massa infinita B, discenderà a quelle del primo. Quindi la finita energia dell'elastro si volterà tutta verso il corpo A, il quale sollecitato dalla corda, che si restituisce, acquisterà la forza intera dinotata dalla lunghezza CD. Corollario quarto. Da ciò ne viene una verità pratica nota perfino agli artefici manuali, ed è: che le forze morte di qualunque genere, ed in ispezie gli elastri,

l'altri, esercitano una maggior azione da quella parte, dove trovano minor contrasto; perchè maggiormente si spiegano dal lato, in cui provano maggior facilità d'impiegare il loro vigore. Il centro di gravità E non parte ugualmente la funicella, quando le masse A, B sono ineguali. La porzione dunque più lunga E C distratta fino in A stimola il corpo A, e la più corta C D, ovvero E B mette in moto il corpo B: e ciò, che più rileva, un sègamento non s'impaccia nell'azione dell'altro, ed amendue operano separatamente, come se fosse piantato un chiodo nel punto E. E perchè ogni minima fibra, in qualunque positura si rinvenga l'elastro CD, soffre una pari tensione, ed di pari forza è dotata; ogni ragion vuole, che gli effetti prodotti siano proporzionali al numero delle fibre agenti, e che conseguentemente la forza viva impressa al corpo A superi l'altra al corpo B partecipata. Quindi non posso aderire alla sentenza de' Cartesiani, i quali affermano, e lo vedremo fra poco, che le corde disuguali E C, E D, il numero delle cui fibrelle ugualmente stirate serba la ragione delle medesime lunghezze, producono effetti pari. Corollario quinto. E quand'anche il chiodo si conficcasse in qualunque punto P fuori del centro di gravità; tanto e tanto le forze vive comunicate alle masse A, B dovrebbero contrassegnarsi per le rette C P, D P, e la loro somma per la costante C D. Corollario sesto. Un dato elastro fino ad un certo segno, nè più, nè meno disteso, ha sempre in se medesimo una forza determinata, e costante per recuperare il suo stato, che dipende dalla moltitudine delle fibrelle ad uniforme stiramento soggette, e la quale non resta punto alterata dagli aggiunti, e dalle circostanze, viene a dire nè dal diversificare le masse A, B, nè dal trasferire il chiodo P ovunque ci piace. Ma per conservare intatto lo strettissimo analogismo tra la cagione e l'effetto, fa d'uopo inferire, che la predetta forza invariata un pari effetto in ogni posizione produca, mentre tutta nel generarlo si spende. Ai corpi dunque A, B si dee comunicare indispensabilmente una somma eguale di forze vive. Ciò si verifica nella ipotesi del Leibnizio, e le illazioni con tanta aggiustatezza procedono, che sono bastanti a convincere un intelletto docile, e non preoccupato.

XI.

Non si è però intieramente conseguito il fine proposto, se non si metta in vista una qualche conseguenza assurda nascente dalla teorica di coloro, che fanno le forze vive proporzionali alle quantità del movimento. Tenuto fermo il chiodo nel punto P dico, che dopo la contrazione della corda CD, le quantità del moto, che risiedono ne' due corpi A, B, si determinano dalle grandezze $\sqrt{A} \propto \sqrt{CP} : AV$; $\sqrt{B} \propto \sqrt{DP} : BV$; e le rispettive velocità dalle frazioni $\frac{\sqrt{CP}}{\sqrt{A}} : V$; $\frac{\sqrt{DP}}{\sqrt{B}} : u$. Infatti alzando i termini

al quadrato avrassi $\frac{CP}{A} : V^2$; $\frac{DP}{B} : u^2$; ovvero $CP : AV^2$; $DP : Bu^2$; e

som-

formando $CP + DP = CD: AV^2 + Bv^2$, espressione poc' anzi dimostrata, e di cui ci siamo serviti. Alle formole analitiche sostituisco una elegante geometrica costruzione. Supposta CD (Fig. 7.) la naturale lunghezza della fune elastica, fingo variabile il sito del chiodo P , e procurate le solite distensioni CA, DB proporzionali ai segmenti indeterminati PC, PD , onde ciascuna fibra sia distratta egualmente, attacco alla cordicella le due masse A, B prese ad arbitrio. Per aver la somma delle quantità del movimento acquistate dalle palle A, B dopo trascorsi gli spazi AC, BD , assumo a piacimento la retta Ce , e faccio come il corpo A al corpo B : così la normale Ce alla Dd . Quindi coi parametri Ce, Dd dai vertici C, D intorno l'asse CD descrivo le due parabole CSR, DTQ , e piantato il chiodo dove più mi aggrada, per esempio in P , l'intercetta SPT fra le due curve delineate, che passa per lo punto P , ci metterà sotto gli occhi l'aggregato delle quantità del moto, di cui andiamo in traccia: cioè dalla ordinata PS ci verrà esposta la quantità del moto impressa alla massa A , e dalla corrispondente applicata PT quella, che si genera nella massa B . Raccogliasi, che variata la posizione del chiodo col trasportarlo in E , le due somme, che ci si presentano SPT, ZEV , quantunque prodotte dalla medesima forza, che risiede nell'elastro stirato AB , non sono altrimenti eguali: anzi si dà un massimo, che col calcolo agevolmente si determina, segnando il punto P tanto distante dal vertice C della parabola CSR , quanto il centro di gravità E si discosta dall'altra estremità D . Confiaccato il chiodo nel sito P , e condotta la perpendicolare $SP\Gamma$, ne nasce, che l'aggregato delle due quantità del moto espresse per $PS + PT$ sia il massimo, che dall'elastro alle due masse A, B possa comunicarsi. Chi poi volesse investigare in qual caso fossero tra loro eguali ambo le quantità del movimento, per esempio ZE, EV , da cui sono affetti i corpi A, B seguita la contrazione della fune; rifletta, che dee passare uguaglianza fra i rettangoli $Ce \times Ce$, e $dD \times DE$, ed alla equazione surrogando l'analogia $Cc: dD:: A: B:: DE: DC$, e di conseguenza il punto E sarà il centro di gravità delle masse A, B alla corda raccomandate. Per la qual cosa lasciata la corda in libertà, il predetto centro starassi immoto, e le quantità del movimento, come altresì i tempi dall'una, e dall'altra parte saranno eguali.

XII.

Sin al presente non ci si offerisce ripugnanza, che per così dire salti agli occhi. Egli è vero, che se le forze vive si misurano dalle quantità del moto, il complesso delle forze morte, con cui la fune nell'accorciarsi sollecita amendue le masse, e che non dovrebbe diversificarsi mutate le circostanze, si abilita a generare differenti effetti, conforme si è dimostrato. Ciò non ostante convien confessare, che si verifica nell'esempio, che abbiamo alle

mani la nota formola $\int f dt = mdu, \int f du = mu$, al pari dell'altra $f ds = mdu$,

$mdv, \int f d s = \frac{m v^2}{2}$; laonde siamo tuttavvia perpleffi, qual delle due abbia

a preferirfi: massimamente che dall'una, e dall'altra non appariscono affurdi. Per troncargli il nodo ho coraggio di dire, che della prima espressione concernente la quantità del movimento non si serve la Natura nelle fisiche operazioni, e che con essa non regola l'analogia tra le cagioni, e gli effetti, e nè meno la corrispondenza, e la contrarietà fra le azioni, e le reazioni. Nel commercio, che continuamente si esercita tra corpo, e corpo, mentre la forza viva non già di salto, ma per via di minimi iterati impulsi fa dall'uno all'altro passaggio, ha luogo soltanto la seconda equazione $f d s = m d v$, e ne resteremo convinti, se per noi si ricorrerà ad un limite estremo, che ci metterà anzi gli occhi la stravaganza dell'opinione avversaria. Piantato a capriccio il chiodo nel punto P, debba la corda nell'atto di rimettersi promuovere la massa B maggiore di qualunque assegnabile. In tal postura di cose, essendo infinito il parametro Dd della parabola DTQ, compiuto il ristringimento della corda, il corpo B giunto in D avrà guadagnata la quantità infinita di moto PT media proporzionale tra il lato retto infinito Dd, e l'assissa data DP. Nè ci rechi stupore, che una limitata energia, che risiede nella molla tesa PB, si estolla fino a procacciare un effetto incomparabilmente maggiore di se stessa; conciossiachè risponderanno i Nevvtoniani, che ciò deriva dall'applicarsi essa al mobile B per un tempo infinito, cui la quantità del moto generato in qualche modo dee corrispondere.

XIII.

Questa eccezione mal appagherà forse un discepolo del Leibnizio: io però voglio ammetterla, se non altro a titolo di condescendenza. Ma qui dimando qual sia per essere l'azione dell'elastro PB stimolante il corpo B per un tempo finito. Egli è certo, che la fune si accorcierà per uno spazio infinitesimo da me contrassegnato colla differenza Bb, e conseguentemente ci spenderà una porzione menomissima del suo finito vigore. In questo mentre la quantità del moto indi generata è una grandezza della classe delle finite; imperciocchè se infinitamente grande s'è la guadagnata dalla massa B nello scorrere in un tempo infinito lo spazio dato BD; sarà finita quella, che si partecipa alla massa medesima strascicata per lo spazio minimo Bb in un tempo finito: essendo cosa manifesta, che sta dentro i limiti del finito una fusione d'una fluente infinita. Io non credo, che possiamo immaginarci una più sterminata sproporzione tra la causa, e l'effetto, quanto attribuire ad una causa infinitesima un effetto finito della propria cagione infinitamente maggiore. Così interviene nel caso nostro. La quantità del moto, che dagli Avversarj colla forza viva mal si confonde, impressa nel corpo B promosso soltanto per l'elemento Bb è certamente finita: ma da qual fonte tira essa la sua origine? Altra causa non si assegnerà mai, salvo che l'inassegnabile raccorcimento Bb, nel procurare il quale

quale còsa perde la molla, se non se una proporzione infinitamente picco-
la della sua forza? Ecco dunque una forza morta infinitesima abilitata a
procreare una forza viva finita in tempo altresì finito. Non soggiace a tal
inconveniente la teorica del Leibnizio. Ed in prima io noto, che il solido
B sollecitato dall'elastro per lo spazio minimo Bb acquista una velocità in-
finitesima du eguale all'elemento Bb, che si trascorre diviso per il tempo
finito, che vi s'impiega a trascorrerlo. Quindi' il prodotto della flussione
Bb nella forza f , di cui è fornita la funicella nel punto estremo B, essendo
analogo alla massa B moltiplicata nel quadrato du^2 della velocità; avremo
 $f \times Bb: B \times du^2$; ma $B \times du$ è una grandezza finita; perchè l'infinito coll'
infinitesimo si moltiplica; dunque la magnitudine $Bdu \times du$ è una quantità
inassegnabile del primo ordine. Conseguentemente all'azione infinitesima
della molla risponde una forza viva dello stesso grado impressa nel corpo
B: ed in tal guisa si genera un effetto proporzionale alla propria causa, e
va del pari l'azione colla reazione.

CAPITOLO NONO

Si profeguisce il soggetto delle azioni, e delle reazioni.

I.

E' Tanto importante la materia delle azioni, e delle reazioni, che non
si vuole risparmiar fatica, e studio per collocarla in buon lume, ed
isgombrare il bujo, da cui viene adombrata. Torno in sentiero, d'onde
mi sono sviato, e soggiungo. Ognuno sa, che la Natura opera regolar-
mente per via di successivi minimi impulsi, e che non va di salto nel tra-
ferire la forza da corpo a corpo. Per la qual còsa anno a considerarsi le a-
zioni, e le reazioni parziali, e totali, ed appresso le elementari, e le in-
tegrali. La reazione consiste in resistere, e nello stesso tempo cedere al
vigore della forza agente, ricevendone passo passo le replicate impressioni.
E se cosìè, la reazione non può mai essere uguale, e contraria all'azione,
se nel corpo reagente non si trasfonde tutta quella forza, che nell'agente si
perde. Anzichè esaminata più da presso la còsa, si debbe ammettere una
duplicata azione, e reazione: conciossiachè la causa nell'atto di agire pa-
tisce, e l'effetto agisce nell'atto del patire. Abbiamo due palle uguali, di
pari consistenza, e perfettamente molli. Una sia in riposo, e l'altra la in-
vesta direttamente colla velocità $= 2$. Dopo l'urto cammineranno ambe
congiunte colla celerità $= 1$, e soffriranno due ammaccature uguali. In
ordine alla supposizione la forza viva della palla in moto era $= 4$ prima
del colpo, e terminata l'azione, e la reazione, si dividerà in quattro
parti. Amendue le sfere corrono colla velocità $= 1$, e si conserva in en-

Tom. II. Opere Risc.

O

tram-

trambe la forza viva $\equiv 2$: l'altra metà passa in forza morta, e si spende nelle due contusioni eguali, assorbendo ognuna d'esse palle la forza $\equiv 1$ derivata dalla primitiva $\equiv 4$. E qui si noti, che senza reazione non può il corpo agente restar ammaccato, nè perdere tre parti della sua forza viva. E' dunque palese la forza iniziale, che parte persevera, e parte si converte in morta, si modifica nella forma esposta in virtù di duplicate azioni, e reazioni. Tale si è il meccanismo della Natura, compiuta che sia la comunicazione del moto, e negli stati di mezzo, mentre va passo passo continuando il lavoro, non si creda, che serbate le congrue proporzioni, ed attese le circostanze, ella diversamente si adoperi.

II.

Chi vuole dunque iscanfare le ripugnanze nel capitolo antecedente additate, rifletta attentamente all'economia delle forze morte o costanti, o variabili. Qualunque d'esse esercita da se medesima un conato molto fevolissimo, e tale, che non è capace di produrre qualsivisia assegnabile grado di forza viva, se non si replica innumerabili volte. Egli è necessario pertanto, che due condizioni s'adempiano: la prima, che la suddetta forza morta colle sue sollecitazioni il mobile per un qualche tratto accompagni: la seconda, che tutte le impressioni appoco appoco partecipate nello stesso mobile si conservino unite. Una forza morta può perpetuare i suoi *cooper* nifi per una intera eternità, senza che ne segua effetto di forza, quando è sostenuta da uno sforzo eguale, e contrario. Per la qual cosa in caso d'equilibrio la durata del tempo non è idonea a procreare forza viva. All'incontro quando la massa stimolata cede alle successive impressioni, ed abbandona un luogo per occuparne un altro contiguo, siamo certi, che forza viva si genera. A ragion d'esempio il globo A Fig. 6. della corda tesa, che si corruga, venga trasferito da A fino in H, sarà esso dotato d'una forza viva determinata, la quale si accrescerà per una infinitesima differenza, ogni qual volta il mobile dalla novella sollecitazione esposta per l'ordinata IH verrà promosso per lo spazietto menomo Hb, e così di mano in mano, fin a tanto che la funicella ridotta alla sua natural dimensione cesserà di operare. Abbiamo sotto gli occhj le consecutive spinte, con cui la molla stimola la palla A; e sebbene ognuna d'esse è inassegnabile, siccome quella, che ci viene rappresentata dal rettangolo IHb; niente di meno il loro aggregato monta ad una quantità finita, e dee misurarsi dall'area $ACIK = \int f ds$. Quindi si comprende ad evidenza qualmente si adoperi il vigore dell'elastro tirato nell'atto di rimettersi, e come in facendo figura di causa eserciti la sua azione. Ma quale sarà la reazione, e l'effetto? Non altro senza fallo, che la mutazione di stato, che s'introduce nel corpo A, di cui si vince l'inerzia, ed in cui perseverano tutte le impressioni passo passo ad esso comunicate, le quali ne fanno passaggio altrove in altri effetti impiegandosi, nè da conati opposti sono attutite. Dalla somma dunque degl'impulsi ricevuti, e perma-

nen-

menti viene animata la sfera A, cioè da una forza viva equivalente all'integrale $\int f ds$, ovvero all'aja curvilinea ACIK. E perchè nel mobile A si ravviva forza, e la predetta sommatoria si rinviene uguale al prodotto $\frac{mv^2}{2}$; dee conchiudersi, che la forza viva dei corpi in movimento si essti-

ma dalla massa moltiplicata nel quadrato dell'attuale velocità, e divisa per il binario. Anco pel presente caso c'è un doppio cangiamento di stato, e conseguentemente una doppia azione, e reazione. Muta stato la palla A. acquistando forza, e lo stesso accade all'elastro in perdendola: e si fatte azioni, e reazioni computate a dovere sono esattamente uguali, e contrarie; perchè l'azione della molla contro il corpo A, rispetto a se medesima si converte in reazione: e la reazione del corpo A diventa azione nell'atto di toglier la forza all'elastro.

III.

Coloro, che nelle mutazioni di stato, a cui la materia soggiace, non concepiscono, salvo, che la quantità del moto, cioè massa, e celerità, non fanno capire per qual ragione persista nella sua semplicità l'elemento della massa, ed abbia poscia a poggiare alla seconda dimensione, e partirsi per due l'elemento della velocità. Ma se porremo attenzione, che la formola fondamentale determinatrice delle azioni sollecitanti si è la forza morta f costantemente applicata allo spazio minimo ds ; ci accorgeremo qual grado di forza viva riceva il mobile, ed in se stesso conservi: conciossiachè la misura dell'impulso non si altera nè punto, nè poco in passando dall'elastro, che lo comunica, al corpo, cui viene comunicato: altrimenti ci converrebbe rinnegar il principio della indispensabile uguaglianza fra la cagione, e l'effetto, e tra la vera azione, e la vera reazione. L'altra quantità differenziale $mvdu$ è una espressione di legittima conseguenza. Sebbene non ci somministra essa una precisa, e distinta idea del modo, con cui opera la causa, nè tampoco di quello, col quale corrisponde l'effetto, e non ci palesa la germana economia delle azioni, e delle reazioni; dee però riputarli utilissima ne' naturali investigamenti, siccome quella, che appoggiandosi alla massa, e alla velocità, ambo elementi soggetti al senso, e che agevolmente si misurano, ci dà contezza dell'aggregato delle azioni, e della loro efficacia. Non essendoci dunque disdetto di surrogare l'eguale all'eguale, cioè $mvdu$ in cambio di $f ds$, ed $\frac{mv^2}{2}$ invece di $\int f ds$, derivandosi geometricamente le

prime dalle seconde espressioni; per questo titolo entrano amendue le copie nelle fisiche perquisizioni. Le premesse formole non sono sole, ed altre molte proporre se ne potrebbero. Serva d'esempio la seguente

O 2

$\int f ds$

$$\int \frac{f dt}{2m} = \frac{mv^2}{2} = \int f ds. \text{ L'ultima fa sempre figura di fondamentale,}$$

e le altre nascono per via di necessarie illazioni.

IV.

Compreso il magistero, per cui dalle morte si generano nei corpi le forze vive, e vi si mantengono; veggiamo in qual maniera in tutto o in parte si estinguano. Quantunque sempre domini la stessa inviolabile legge, si variano però i casi, e le circostanze. Succede alle volte, che la forza viva totalmente si converta in morta, ed allora vengono a festa le formole principali. La palla A (Fig. 8.) animata dalla velocità guadagnata nel punto C per mezzo della contrazione della corda si adopera a ferrare l'elastro rigido CD raccomandato al chiodo D. Si ponno fingere innumerabili scale di resistenze, secondo che la molla è più risentita, o più languida. Io ne descrivo due; cioè CZV, CSR, e dico, che pervenuto il globo A ai punti T, Q, per guisa, che le aje CZUT, CSRQ siano fra loro eguali, ed altresì uguali all'arca CIKA, il nostro mobile avrà perduta onninamente la forza viva, di cui era corredato nel sito C. In tal positura di cose facciasi uso

$$\text{della equazione } \int f ds - \int r ds = \frac{AV^2}{2}, \text{ e si avverta, che la differenza}$$

fra i due integrali contenuti nel primo membro dinota la forza viva residua, che per anco nella massa A si mantiene. Ma poste pari le predette sommatorie, avremo $\int f ds - \int r ds = 0$, e per conseguenza la forza viva nel corpo A affatto si dilegua, e mancando per una parte l'azione, cessa per l'altra la reazione. Quindi la forza viva partecipata alla sfera A serve, per così dire, di canale, per cui la morta si trasfonde da soggetto a soggetto, o sia dalla funicella molle, e distratta all'elastro duro, e compresso. Per la qual cosa non ci sarà vietato di assumere la contrazione della corda siccome azione, e il costipamento della molla in qualità di reazione, ed avrà luogo la loro perfetta uguaglianza: mercecchè se un aggregato d'impulsi acceleranti produce nel solido A una data forza viva; per assorbirla ci si richiede una pari somma di resistenze retardanti.

V.

Il secondo caso, che viene in considerazione, prende di mira la comunicazione del moto tra i corpi perfettamente elastici. Benchè la forza viva $\frac{AU^2}{2}$, che da principio risiede nella massa A, ad altri corpi B, C

non si partecipi, senza che di mezzo c'entrino le forze morte; tornando
pc-

però esse intieramente a rivivere compiute le azioni, e le reazioni, nulla della forza viva si perde. Ma qualmente si comportino le forze morte, siamo totalmente all'oscuro, attesi massime la diversità delle circostanze, che ad ogni passo c'imbrogliano, e di cui nel seguente paragrafo terrò discorso. Ben è vero, che il dottissimo Eulero ci ha porto un qualche lume, dappoi-
chè ci ha insegnato a dedurre i canoni delle comunicazioni de' moti in qualunque ipotesi dalla teorica delle forze continuamente applicate: seb-
bene il P. Vincenzo Riccati della Compagnia di Gesù tentando di condurre l'ingegnositissima scoperta all'ultima meta, è stato costretto di fermarsi a
mezza strada abbandonato sul più bello dalla scorta, e dagli ajuti dell'ana-
lisi più sublime. Veggasi il suo dialogo intorno le forze vive, e morte
verso il fine della nona giornata. Messe in disparte queste sottilissime
specolazioni, che mal si confanno colla semplicità dei principj, che in-
tendo di stabilire, nel presente incontro non si faccia nè men uso delle

espressioni originali fds , $\int fds$, ma piuttosto delle dipendenti mdu , $\frac{mu^2}{2}$.

Chiamata pertanto $\frac{AV^2}{2}$ la forza superstite nella palla A, e $\frac{Bu^2}{2}$, $\frac{CU^2}{2}$

le acquistate dai mobili B, C, ognuna delle quali può tal fiata al nulla
eguagliarsi, farà di mestieri ricorrere all'equazione $\frac{AV^2}{2} = \frac{AU^2}{2} + \frac{Bu^2}{2}$

+ $\frac{Cu^2}{2}$, per guisa che la forza primitiva sarà sempre uguale al complesso

delle forze vive, che ne'corpi tutti si trovano distribuite. E' maravigliosa
l'estensione di questo canone, ed innumerabili sono i problemi più ardui,
che col suo soccorso speditamente si sciolgono. Mi dispense di tesserne un
lungo catalogo: e perchè so d'averlo chiaramente dimostrato, e seguirò
a dimostrarlo, secondo che mi si presenterà l'occasione; mi arrogherò la
libertà di valermene alle occorrenze, senza pigliarmi fastidio delle altrui
gavillazioni. Il terzo caso è un Corollario, che nasce dai due precedenti.
Nel commercio de' movimenti fra le masse perfettamente molli, ed inerti
(io mi attengo ai limiti estremi; perchè ci vuol poco a capire cosa av-
venga nelle posizioni intermezze, una porzione della forza viva, e talora
tutta nell'ammaccatura, o in qualche altro effetto analogo si consuma. In
tal ipotesi le forze vive residue hanno a sottrarsi dalla primigenia, e ciò
che rimane, cioè $\frac{AV^2}{2} - \frac{AU^2}{2} - \frac{Bu^2}{2} - \frac{Cu^2}{2}$ ci darà la misura di quella

parte, che in forze morte si spende. Stante poi, che per le leggi della
comunicazione del moto tra i corpi molli ci sono note le velocità, e con-
seguentemente le forze vive, non possiamo ignorare quanta forza viva nelle
con-

contusioni si perda: anzi ne' casi particolari il computo c' insegnerà, come nell'ammaccare a coppia a coppia le masse A, B, C, si divida, e ditribuiscia.

VI.

A tempo l'ultima conclusione mi ammonisce, che fa d'uopo liberare alcuni Fisici da un pregiudizio, per cui si abusano del canone delle azioni, e delle reazioni. Facciasi, che la sfera A (Fig. 4.) corredata della forza $\frac{AV^2}{2}$ urti direttamente nel solido B costituito in quiete, e sieno ambo

molli, ma di differente consistenza, e se così piace, anco di figura diversa. Dopo la percossa cammineranno di conserva colla celerità A E, che

$$\frac{A^2 V^2}{2 \times A + B} \text{ . Sottratta essa dall'iniziale } \frac{A V^2}{2}, \text{ avrassi il residuo } \frac{ABV^2}{2 \times A + B}$$

eguale a quella porzione di forza viva, che nel formare la mutua contusione s'impiega. Le addotte particolarità, cioè a dire la figura, e la durezza non turbano nè poco, nè molto l'economia della comunicazione del moto; e purchè stiano salde le masse A B, e la velocità V, le divise circostanze non influiscono punto nelle leggi tenacemente custodite dalla Natura: altrimenti ci converrebbe addottare tanti canoni, quante sono le figure, e le materie dei milti. Si verificherà dunque, che quella parte della forza primitiva, che nella doppia contusione si esercita, ci verrà esposta senza qualsivoglia immaginabile variazione della quantità $\frac{ABV^2}{2 \times A + B}$. E

quì soffermiamci alquanto, e non si pretenda in virtù del principio delle azioni, e delle reazioni uguali e contrarie, che la predetta forza si partisca egualmente in due, e che la metà s'impieghi ad ammaccare la palla A, e l'altra il solido B. Chi così discorresse, applicherebbe a contrattempo il nostro assioma. Egli è vero, che la forza viva iniziale sta a quella, che si conserva nella posizione, di cui ragiono, compiuta l'azione, come la somma delle masse A + B alla massa A, ed all'altra che passa in morta, e nella mutua costipazione si perde, come la stessa somma A + B alla massa B; onde il compartimento, che si fa della forza totale nelle due parziali, serba la ragione delle masse A, B. Con queste regole inalterabili in qualunque ipotesi si tien ferma la debita analogia fra le cagioni, e gli effetti, e perciò superiormente non mi sono invano scorse dalla penna le due parole

parole a coppia a coppia; avvegnachè il calcolo mi somministra la misura della forza morta, che risiede in amendue i corpi A, B dopo il colpo, ma non già la partigione, ignorando io quanta all'uno, e quanta all'altro ne tocchi. Conseguito il fine primario dalla Natura, non si prend' ella altro impaccio; perchè non può compartire del pari fra le due masse A, B la forza viva, che in morta necessariamente si trasforma. Non si può mettere in dubbio, che le figure dei solidi ora ottuse, ed ora acute, e che le superficie piane concave, e connesse non modificchino le resistenze. Appreso egli è manifesto, che una pasta tenera, e cedente, che cozza con una materia dura, assorbe per così esprimermi, quasi tutta la forza viva, che nella contusione si consuma. Per la qual cosa debb' essa forza dividersi inegualmente fra i corpi, che vengono all' urto: nè accaderà salvochè in alcuni pochi casi regolati dal principio della indifferenza, che se ne faccia una pari distribuzione.

VII.

L' esperienza avvalora la premessa riflessione. Osservava io, che il globo A d'avorio, e di vetro guarnito d'una pronta virtù di molla percuotendo la massa B di molle creta, o di fevo, ci lasciava una concava impronta adattata al segmento sferico, il quale internavasi nella pasta cedente, e che ambo i solidi intraprendevano il loro cammino in qualità di masse inerti giusto i canoni della comunicazione del moto a tal ipotesi satisfacenti; per guisa che viaggiando uniti, e toccantisi, nè punto, nè poco si disgiungevano. Quine' inferiva, che l'impressione fatta nella palla A era fisicamente minima, e ch' essendo insensibile il costipamento, non avea luogo una sensibile restituzione. Laonde se ne stava quasi affatto oziosa l'innata elasticità. All'incontro posto il corpo B duro, e consistente, ma poco elastico, per esempio di piombo, appariva all'occhio una picciola ammaccatura, e nel tempo stesso esercitandosi dalla molla, a misura della forza morta comunicatale, la sua azione; i solidi l'un dall'altro alquanto staccavansi, procedendo con una legge di mezzo in fra le due, che danno norma ai corpi molli, e agli elastici. Conchiudo pertanto, che la forza viva, la quale in morta si converte impiegandosi nelle contusioni, persevera sempre la stessa, mentre se ne prenda la somma, che in amendue le masse risiede. Per quello poi concerne la distribuzione non c'è regola ferma, variandosi essa conforme le congiunture. E tal fiata presso che tutta, quanta ella è, si addossa ad un mobile, ed al compagno una quota appena assegnabile ne tocca in parte. Ne' casi particolari è costante la causa produttrice delle costipazioni, ed una data porzione della forza derivata dalla primitiva, esposta dai Leibniziani per $AB \times V^2$ ne' devisati effetti si adopera. Ma se gli ef-

$$2 \times A + B$$

fetti son due, perchè due sono le masse, che li sostentano; vorrei sapere per qual motivo, trovando la Natura nelle masse medesime una differente disposizione, abbia obbligo preciso di non usar parzialità, e di finimbarla in

in due parti eguali la forza viva assegnata. Con ciò ella verrebbe ad opporsi ad un'altra legge, da cui non può dispensarsi, ed è: che una forza posta in mezzo a due corpi esercita maggior azione, dove trova minor resistenza. E se così è, la predetta forza $ABXV^2$ avrà a dividerli inegualmente

$$\frac{2XA+B}{2XA+B}$$

in due membri $\frac{NABXV^2}{2XA+B}$; $\frac{nABXV^2}{2XA+B}$ (onde sia $N+n=1$) tal volta

costituiti in una proporzione assai lontana a misura degli ostacoli, che s'incontrano. Ciascuno d'essi membri s'impiegherà a formare la sua confusione: il primo a cagion d'esempio nella palla A, ed il secondo nel solido B, e per conseguire il doppio effetto, la Natura si servirà della teoria delle forze continuamente applicate: con che otterrà, che si agguagliano le cause, e gli effetti, e la mutua coppia delle azioni, e delle reazioni. Ed avvegnachè non ci sòno note le scale delle resistenze, diversificate dalle figure, e dalla varia indole delle materie, che insieme contrastano, altro non sappiamo di certo, se non se che le ammaccature in pari tempo si compiono, e che tanto durano le azioni, quanto le reazioni.

VIII.

Di bel nuovo impugnò l'arme contro i seguaci del Cartesio, e del Nевvton. Eglino per esplicare la comunicazione del moto fra corpi molli, anno bisogno d'un gran postulato, cioè: che nulla della forza iniziale si perda nella vicendevole costipazione. Ma quando dai solidi pigri, ed inerti si fa transito a perfettamente risentiti, ed elastici, nasce la contraddizione. Questi per un istante progrediscono colle regole de' corpi molli, viene a dire in quel momento, che si concepisce star di mezzo tra il costipamento, e la restituzione. E chi potesse impedire con qualche ordigno, che la lor figura non recuperassero; nel loro viaggio non cangerebbono stile, ed avanti, e dopo la percossa in essi persevererebbe la stessa quantità di movimento. Si sono accorti gli Avversarj ammaestrati dall'esperienza, che nella lotta de' solidi elastici qualche cosa di vantaggio ci si richiede. Perciò anno inventata una specie d'energia, cui danno nome di forza del colpo, esponendola per la grandezza $2ABV$, e col soccorso d'essa si lusingano di

$$\frac{A+B}{A+B}$$

saldar le partite. La dividono in due, e dicono, che la metà siccome contraria di direzione contrasta col corpo A, e nemodifica la quantità del moto, e che l'altra metà siccome cospirante si aggiunge al corpo B, e ne avvalora la forza. Non voglio internarmi nella materia: noto a buon conto, che nell'atto stesso, in cui i solidi A, B affetti dal moto locale progrediscono di conserva con quantità di movimento pari alla primitiva, e conseguentemente intera si mantiene in essi la forza iniziale; sbuca fuori, non si fa d'onde la novel-

la inaspettata forza del colpo $\equiv \frac{2ABV}{A+B}$, che dee necessariamente crearsi,

e pullulare dal nulla in grazia di salvar i fenomeni, che si osservano nelle collisioni dei corpi elastici. Se si fosse data mano alla verità ammettendo, che nel formar la confusione una qualche parte della forza primigenia si perde; si potrebbe dopo d'averla determinata passar oltre, ed asserire, che questa nel rimettersi fa tutto il giuoco. Ma ciò non giova: attesochè rivolto l'occhio ai corpi perfettamente molli, ne quali seguito l'urto la primiera quantità del moto senz'alcuna diminuzione si conserva, aggiugnendoci l'altra, che nell'ammaccatura si consuma; farebbe mestieri, vogliasi o non vogliasi, confessare, che l'effetto supera di gran lunga la virtù della propria cagione. Cresce il disordine in riflettendo, che bene spesso la forza parziale eccede la totale, da cui certamente deriva. Questa sta alla forza del colpo come $A V : \frac{2ABV}{A+B}$, o sia in ragione di $A+B : 2B$; dunque se

$$A+B$$

porrò $A=B$, le predette forze saranno pari, ed il tutto eguale alla parte: ed assunta B maggiore di A , la prima più, o meno resterà vinta dalla seconda, e di conseguenza il tutto minore della sua parte. Io resto sopraffatto, qualmente i dotti Avversarij possano ingojare sì fatti assurdisimi assurdi, e non si siano mai accorti, che le lor posizioni sovvertono da capo a fondo il principio delle azioni, e delle reazioni, e la strettissima corrispondenza fra le cagioni, e gli effetti.

IX.

Nè mi si facciano incontro col dire, che compiuta l'azione, le cose a dovere riduconsi; imperocchè la quantità primitiva del moto sussiste la stessa, e prima del congresso, e dopo il ribattimento. Non basta guardare il soggetto da due soli lati, e ricorrere semplicemente ai limiti estremi, distimulando accortamente i casi intermedj. Rifletto, che camminando le masse A, B per un infinitesimo spazio colla legge de' corpi molli, si vede chiaro, che non ci può essere contrarietà di forze; mentre il movimento tanto iniziale, quanto temperato dall'urto va per la medesima direzione AB . Per la qual cosa nell'assegnata costituzione dorme la forza del colpo, e standosi oziosa non accelera il solido B , nè ritarda la palla A . Conviene dunque, che per un istante riposi addossata alle resistenze, che si sono vinte nella scambievole confusione: altrimenti come mai nelle espansioni degl' elastri potrebb'ella rinascere? Il bello si è, che questa forza si esclude dal congresso de' corpi molli siccome sovrabbondante, e si ammette in quello degli elastici siccome necessaria. Salvi chi può il principio dell' azioni, e delle reazioni; mentre mutata non già la massa, non la velocità, ed in conseguenza neppure la forza Cartesiana, ma soltanto la tessitura, e l' indole dei corpi, saltano fuori forze tali, che vincon d'affai le cagioni, onde traggono l'origine. Intanto se la prima quantità del moto $\equiv AV$ dee perir-

Tom. II. Opere Ricc.

P

stere

stere invariata, compiuta la comunicazione del movimento o fra le masse molli, o fra l'elastiche; ne segue, che la forza della percossa $= \frac{2ABV}{A+B}$,

la quale si aggiugne in grazia delle molle, che si rimettono, dee svanire, ed andar in nulla, ad oggetto che non si turbi l'uguaglianza fra la cagione, e l'effetto. Diamo un'occhiata all'economia della distribuzione. Primieramente mezza l'energia del colpo esposta per $\frac{BAV}{A+B}$ si addossa al corpo

B, il quale viaggiando durante un momento in figura di molle colla quantità del moto $= ABV$ ne riceverà altrettanta dalla virtù della molla, e si $\frac{A+B}{A+B}$

troverà guarnito di doppia velocità, e di doppia forza. L'altra metà della forza dell'urto diretta in senso contrario si oppone alla palla A; dovrà dunque in tale contrasto distruggersi o in tutto, o in parte, distruggendo altresì una forza eguale, che in essa palla risedeva. Quindi dalla quantità del moto della massa A procedente colle regole de'corpi inerti $= \frac{A^2V}{A+B}$ sottratta mezza

la forza della percossa, avremo la residua, da cui dopo l'espansione degli elastri viene animato il globo $A = \frac{A^2V - ABV}{A+B}$, alla qual quantità ag-

giunta la forza del solido B, risulterà $\frac{A^2V - ABV + 2ABV}{A+B} = \frac{A^2V + ABV}{A+B}$
 $= AV$.

X.

In tal guisa la teorica risponde puntualmente ai fenomeni. Ma con qual fondamento determinano i Cartesiani la forza del colpo spesa nella mutua ammaccatura per la magnitudine $\frac{2ABV}{A+B}$, e non per l'altra

$\frac{AB \times V^2}{2A+B}$ adottata dai Leibniziani: e poi perchè la dividono egualmente

in due, piuttosto che partirla in ragion reciproca delle masse? E vaglia il vero gli eruditi Avversarij escono facilmente d'impaccio col prima creare la forza dell'urto, e poi coll'annichilarla. So ancor io, che tanto togliendosi, quanto si è aggiunto, si manterrà intatta la quantità del moto, da cui erano affette le masse A, B moventisi in qualità di corpi molli. Parmi, che conforme il costume degli architetti di Lesbo la regola si accomodi alla

alla struttura. Qui vogliono distinguersi principalmente due casi: il primo, qualora la sfera A è maggiore del solido B, o almeno ad esso eguale. Ed in tal posizione la forza, che risiede nella palla A, o superando, o pareggiando la metà dell'impeto della percossa, questo interamente svanisce, e coll'elidere in parte, o totalmente altrettanta forza esistente nel corpo A fa sì, ch'esso o progredisce giusto la direzione AB col residuo della forza, che in lui si conserva, o perde tutto il suo moto, e si riduce alla quiete. Se poi A si pone minore di B, onde prevaglia mezza l'energia dell'urto; accaderà, che confunta tutta la forza del globo A, non resti inoperoso quel di più, che si rinviene nella predetta forza del colpo. Sarà pertanto obbligata la massa A ad incamminarsi a ritroso contro la strada primitiva, portando con seco la quantità negativa del moto $= \frac{A^2V - ABV}{A+B}$. A

questo passo bisogna raccordarsi, che non si aggiusteranno i conti, qualunque volta la premessa grandezza non si sottrai dall'altra, la quale compiuta l'azione, si rinviene nel solido B $= \frac{2ABV}{A+B}$ pari alla totale forza

della percossa: sebbene i due corpi A, B, già staccati, e separatamente operanti non esercitano insieme qualsivoglia commercio. Comunque vadano le faccende, le forze, che passo passo si distruggono, erano prima di distruggersi, per così esprimermi, innestate ne' corpi A, B: conciossiachè il nulla non agisce contro del nulla. C'era dunque tutta la forza del colpo sul cominciare del ribattimento. Ed avvegnachè tutta in istante non si delegua, ma per gradi minimi; convenien dire, che in progresso parte di essa si mantenga nell'atto stesso di minorarsi; e ciò fin a tanto che ridotte le molle al suo naturale stato, onninamente svanisce. Ma i Cartesiani da un lato avrebbero bisogno, ch'ella operasse in grazia della restituzione degli elastici, e dall'altro, che non ci fosse; perchè colla sua presenza fa sì, che la quantità del moto comunicata non è pari all'iniziale, se non se dopo terminata la riflessione. Parmi dunque, s'io non erro, ch'eglino sieno ridotti a contraddirsi apertamente, o ad abbandonare la propria sentenza.

XI.

Il parere del Leibnizio non è soggetto a disordini, ed in tutte le conseguenze ottimamente si regge. Quella forza, che nella mutua confusione si spende, è la medesima, che rinasce, e passa di morta in viva nel rimettersi delle molle, e vuole essa distribuirsi in proporzione inversa delle masse. Non siamo necessitati ad ammettere le forze negative, nè che forza distrugga forza senza produrre alcun effetto. Ciò che più importa si è, che in qualunque circostanza o di limite, o intermezza, o ridotta a termine la comunicazione del movimento, o soltanto incoata, e non per anco perfezionata, in qualsivoglia natura di corpi o inerti, o dotati di perfetta, o imperfetta elasticità, computate però le ammaccature; interverrà sempre,

P 2

che

che si rinvenga nelle masse A, B un aggregato di forze vive precisamente uguali alla primitiva $\frac{AV^2}{2}$, che nella sfera A risiedeva anteriormente ad

2

ogni azione. Per la qual cosa non si metterà mai eccezione alcuna all'assioma, che stabilisce l'inviolabile corrispondenza fra le cagioni, e gli effetti, e tra le azioni, e le passioni. Chi poi attribuisse anche al solido B la sua particolare velocità o cospirante, o contraria, potrebbe dedurne le medesime conseguenze, e per evitare il tedio de' calcoli basterebbe, che collocasse ambo i corpi in una nave procedente colla celerità della massa B in senso opposto; conciossiachè altro non avrebbe a fare, salvo che aggiugnere alle velocità superiormente determinate, dalle quali sono affetti i corpi A, B dopo il contrasto, la celerità o positiva, o negativa del vascello.

XII.

In molte maniere del nostro pronunziato si abusano i Fisici, e penso, che una fra le altre la più bizzarra non si debba porre in dimenticanza. Si sono divulgate per tutta l'Europa alquante celebri sperienze credute favorevoli ai sentimenti del Leibnizio intorno la germana estimazione delle forze vive. In prima ha fatto comparir quella del Signor March. Giovanni Poleni, per cui scelse due sfere di ugual volume, e differenti di peso da lui descritte, e lasciatele piombare da varie altezze, allora escavavano due fosse uguali nella sottoposta materia cedente, per esempio nel sevo, o nella molle creta, quando le masse erano in proporzione reciproca delle sublimità. Poco dissimile è lo sperimento istituito negli elastri Bernoulliani, i quali serbata la medesima legge, ugualmente si chiudono: siccome altresì quello dei fogli di carta raccordato dall'Inglese Desaguliers, che li disponeva uno sotto l'altro in picciola distanza, ed osservava, che da una palla discendente dall'alto ne venivano lacerati più, o meno, a misura dell'impero acquistato dal grave nelle diverse cadute. Il risultato era, che il numero de' fogli rotti stava sempre in ragion prossima composta della massa, e della linea della discesa, o vogliam dire del prodotto della massa stessa nella velocità duplicata, e lontano di molto dall'analogia tra le differenti quantità del moto. Succede per ultimo l'osservazione del Signor de Camus. S'abbiano due globi di piombo incastrati immobilmente in un piano orizzontale, e di pari diametro, e cada sul primo d'essi quattro volte una berta di ferro dall'altezza d'un piede, indi sul secondo la berta medesima una sola volta dall'altezza di quattro piedi; la sperienza ci documenta, che ambo le palle resteranno egualmente ammaccate: attalechè quattro percosse animate dalla velocità espressa per l'unità equivalgono ad una sola percosse della stessa berta avvalorata dalla velocità doppia. Non si mette in dubbio, che le due contusioni del piombo esattamente eguali siano due effetti pari; dunque bisogna rintracciare due cause altresì eguali, da cui vengono generati. Ma le quantità del moto acquista-

te

te dal montante nelle divise discese, che stanno in proporzione dell'unità al binario, non fanno a proposito; dunque conviene ricorrere alle forze Leibniziane, cioè alle velocità duplicate, le quali mettono a coperto il principio dell'uguaglianza fra le cause, e gli effetti, e tra le azioni, e le passioni.

XIII.

Le addotte osservazioni, che tutte nella medesima conclusione si uniscono, anno recato un non leggero fastidio ai propugnatori della opinione comunemente abbracciata. Negare i fatti non si può: lo spiegarli non riesce; egli è dunque mirabile, a quanti sutterfugi si sieno appigliati per iscanfare gl'inconvenienti, che ad ogni passo s'incontrano. Potevano egli-no valersi d'una eccezione semplice, ed a primo aspetto plausibile, quantunque erronea; in dicendo, che ne' casi in questione verificandosi le due notissime formole $fdt = -mdu$, $fdt = -mdu$, rimane ancor a decidersi, se la forza viva, che dalle resistenze appoco appoco estinguendo vassi, abbia a misurarsi dall'azione della forza morta f moltiplicata nelle effusioni dt del tempo, o pure negli elementi ds dello spazio. Ha avvertito il citato P. Vincenzo Riccati, che fin a tanto che con argomenti dimostrativi l'una, o l'altra equazione non si convince d'insufficiente per soddisfare ai fenomeni tutti, che ci si parano innanzi, non avrà mai fine l'ostinata controversia intorno la vera estimazione delle forze vive. Appreso egli sostiene, che amendue le premesse formole anno luogo, ogniquale volta gl'impulsi delle forze morte seguitano le direzioni del moto, che si genera, o che si toglie. All'opposto, se la forza sollecitante spigne per un verso, ed il mobile sollecitato è costretto dalle circostanze a camminare per un'altra strada; sussiste la espressione $fds = \pm mdu$, intendendo per ds lo spazietto, per cui si fa l'accostamento, o il discostamento dal centro delle potenze, e l'altra $fdt = \pm mdu$ ci si muta in mano. Siccome la Natura tien salda inviolabilmente la prima in qualità di canone principale; così bene spesso abbandona la seconda, che fa figura di canone secondario, accoppiandole soltanto insieme, quando non ripugna, che si raccozzino.

XIV.

Non essendo sovvenuta agli Avversarij questa risposta, che in parecchi incontri viene a scita, si sono appigliati ad uno strano ripiego, per cui anno sconvolto da capo a fondo l'assioma, che stabilisce l'uguaglianza tra le azioni, e le reazioni. Esse secondo la loro immaginazione, non vanno considerate in se medesime, nè per quello, che realmente sono; imperciocchè sotto una tale semplice, e legittima ispezione i fenomeni mal si accordano colla teorica Cartesiana. Che s'aveva dunque a fare? Era d'uopo fuori d'ogni ragione complicar la materia, ed introdurre in isceca un nuovo elemento, cioè a dire il tempo, c'entri, o non c'entri, obbligandolo

dolo ad avvalorare o l'une, o l'altre, conforme le particolari occorrenze richiedono. Per la qual cosa il pronunziato, che fa le azioni pari alle reazioni, si rende affatto inutile; conciossiachè per valermene bisogna, che mi sia nota la giusta misura del tempo, ed in oltre come vada ne' casi particolari applicato: investigamenti molte siate altrusi, e perpleksi, de' quali non verrò a capo: o almeno quando crederò d'appoggiarmi ad un semplicissimo originale assioma, mi converrà maneggiare alquanti laboriosi teoremi, e sovvertire tutte le regole del buon metodo. Quinci non è maraviglia, che i sostenitori della contraria sentenza si siano in più parti divisi. Oltre la visione del Signor Mairan, il quale misura le forze vive dagli effetti, che non producono, ma che sarebbero atte a produrre, se i corpi, per esempio le palle del Signor Marchese Poleni, escavassero le fosse con celerità eguale, ed oltre la fantasia del Sig. Martini, che nell'effetto, cioè nel formarsi delle buche, mette a conto la massa delle sfere agenti, ed in tal guisa viene due volte a computarla; è da sapersi, che i Francesi applicano il tempo per ristorare l'azione, e gl'Inglese per convalidar la reazione. In casi diversi e gli uni, e gli altri trovano, onde appagarli. Abbiassi a soddisfare al pronunziato del Leibnizio, che tanta forza ci vuole a sollevare il peso uno all'altezza quattro, quanta il peso quattro alla sublimità uno; quantunque le velocità iniziali siano in ragion dupla. Sarà in pronto la risposta, viene a dire, che il maggior grave poggiando all'insù, perde tutto il suo moto nel tempo $= 1$, ed il minore nel tempo $= 2$; dunque moltiplicando le quantità del moto impresse ne' mobili per i rispettivi tempi, si avranno i due prodotti eguali, e conseguentemente i due effetti. All'incontro nell'esperimento Poleniano conviene asserire, che in tanto le due fosse ugualmente si approfondano, e nascono due pari effetti; in quanto le resistenze del sevo tenace avvalorate dai tempi ci danno ambe le reazioni fra eguali. Io non mi prendo pensiero d'internarmi nella economia di questi tempi, che si fanno giuocare conforme il bisogno; perchè ne' casi particolari invece di aggiustar le partite vie più le perturbano. I calcoli sono già stati dimostrativamente dedotti dalla teoria delle forze continuamente applicate. Che si dirà dunque delle forze primitive ineguali agenti in tempo pari, e che delle uguali operanti in tempi diversi? I Francesi anno bisogno, che i tempi siano, come le velocità, colle quali si cominciano a vincere le resistenze, e che per conseguenza le resistenze siano, come le masse. L'ipotesi non regge nelle fosse del Poleni; essendo manifesto, che potendosi determinare le masse in qualsivoglia proporzione, il sevo però costipato, e cacciato di luogo esercita in qualunque sito una pari reazione. Gl'Inglese poi vorrebbero, che i tempi fossero in ragione inversa delle velocità iniziali: lo che si verifica quando le buche scavate sono di pari profondità, ma negli altri casi non mai, e molto meno ne' gravi fatti poggiate a varie sublimità, giusto la vista del Leibnizio.

CAPITOLO DECIMO

Di alcuni principj Leibniziani.

I.

A Tre principj il Leibnizio, ed i suoi seguaci appoggiano il loro sistema, e sono la ragion sufficiente, la continuità, e l'indiscernevole. Io mi servo di vocabili adattati alla materia; perchè altrimenti senza un lungo circuito di parole non posso esprimere i concetti di questa filosofica famiglia. Dal primo siccome fondamentale gli altri due si diramano, ed a me venne più fiata suspizione, se dalle addotte massime s'ensi cavate le conclusioni, o pure piantata prima l'ipotesi, si abbiano poscia per istrada cercati i principj, onde stabilirla. Qualunque volta mi si propone un sistema generalissimo, che tutto abbraccia, io mi metto subito in guardia, conciossiachè so per esperienza, che si conchiude tutto ciò, che si vuole: e se mancano i dati fisici, si ricorre francamente alle idee astratte, ed alle nozioni metafisiche. Pare a me, che il celebre VVolfio ce ne somministri l'esempio. Egli con un grande apparato di definizioni, di divisioni, di assiomi, e con una farragine di proposizioni insiememente concatenate prende sempre di mira uno scopo, e ricade nelle sentenze Leibniziane. Possibil mai, che il Leibnizio, per quanto grand'uomo egli si fosse, non sia mai itato soggetto all'errore? E se così è, che diremo delle pretese VVolfiane dimostrazioni? E' miglior partito farsi ad esaminare un sistema universale involuto, e composto nelle conseguenze da esso nascenti; imperciocchè se ci si presentano illazioni o incerte, o false, è cosa chiara, che i principj zoppicano, e sono o irragionevoli, o troppo estesi, o mal applicati. Sopra tutto bisogna star oculati, e ben attenti, che i canoni secondarj non si oppongano ai principali; conciossiachè questi, su cui si fondano le nostre cognizioni, non ammettono limitazione, ed all'incontro gli altri di minor nerbo, e men generali sovente a qualche eccezzuazione soggiacciono. Il principio della ragion sufficiente cozza bene spesso colla indifferenza: quello della continuità urta talora nell'impossibile; ed il terzo degl'indiscernibili qualche fiata è falso, e per lo più ozioso, ed inutile.

II.

Mi fermo alquanto sulla ragion sufficiente, e di due spezie ne assegno: una, che si fonda sulla necessità, e l'altra sulla convenienza. La prima ha luogo, quando posta in essere la cosa, ne nascono gli attributi e le proprietà, che necessariamente l'accompagnano, o almeno che ad essa in qualche circostanza competono. E perchè distrutta una delle predette proprietà, la cosa non si modifica, ma onninamente si annichila; ne segue, che l'attributo primario è come la radice, da cui pullulano i men principali. A ca-
gion

gion d'esempio la materia non si concepe senza l'estensione solida, ed impenetrabile, composta di parti separabili, che porta con seco la divisibilità, e la figura. Nasce quindi l'inerzia, o sia una certa ripugnanza a cangiare stato, e seguiano in un grado più lontano il moto, e la forza. Queste due proprietà non sempre nella materia risiedono, la quale è indifferente al moto, ed alla quiete; non ostante ciò, se di esse affezioni non fosse capace, non potrebbe in conto alcuno sussistere. Ora almeno per nostro modo d'intendere, nell'attributo fondamentale sta la ragion sufficiente dei secondarj: ma chi si tira un passo addietro, e cerca la ragion sufficiente della proprietà capitale; ad altro principio non può ricorrere, salvo che a quello della possibilità: in quanto cioè nella idea radicale della cosa, verbigravia della materia, non si ravvisa contraddizione. Ciò però non basta: fa d'uopo invece sfigare lo perchè la trina dimensione sia passata dall'ideal possibilità all'esistenza reale, del qual transito l'unico motivo si è la volontà dell'Autore della Natura. Non nego già, ch'egli non avesse in mente delle ragioni a noi ignote, ed impercettibili nel facimento, e nella disposizione della grand'opera: ma bisogna muovere l'ultimo passo, e resta ancora a saperli per qual bastevole cagione, essendosi egli prefisso di creare una data quantità di materia, nè più, nè meno (avvegnachè il mettere in essere un infinito assoluto, e trascendente col produrre tutta la materia possibile tira seco un matematico assurdo, conforme a suo luogo dimostrerò) abbia scelta piuttosto quella, che attualmente esiste, e non altrettanta in sua vece, che del pari poteva essere cavata dal nulla. Qui signoreggia la perfetta indifferenza, e svanisce la ragion sufficiente. Per la qual cosa si logorino pure i Leibniziani il cervello ad oggetto di rinvenire la ragione bastante, dove non è, e dove non ci può essere: io chiaramente comprendo, che l'elezione puramente arbitraria debbe attribuirsi alla Divina pienissima libertà.

III.

Nè mi si dica aver Dio fra gl'innumerabili mondi possibili preferito il migliore; conciossiachè (ammessa una tale sentenza in grazia della ragion sufficiente) io non parlo già della simmetria dell'edifizio, ma soltanto de' materiali. Infinita d'un infinito metafisico, cui nulla si può aggiungere, è nella mente di Dio la massa inerte, di cui poteva valersi egli nella struttura dell'Universo, ed infinitamente della concepita in idea è minore la porzione, che si è ridotta all'esistenza. Chiedo dunque la causa, per cui se ne sia prefelta una parte relativamente infinitesima, ad esclusione delle altre parti innumerevoli atte ugualmente a prestare lo stesso stesissimo ufficio? Si ripiglierà, ch'io non capisco il fondo del sistema, e non ho per ancora ben addentro penetrato il misterio delle monadi Leibniziane, ed il principio degl'indiscernibili, a cui s'appoggia quello della ragion sufficiente. Confesso il vero, che di tali entità, le quali stanno di mezzo fra lo spirituale, e l'corporeo per quanto io mi sforzi, non formo distinta idea. Concedendo per ora, che non sieno un mero vocabolo, parmi, che il nodo in cambio di sciogliersi, tanto più fortemente si aggrupperà. Mesto in con-

sidera-

siderazione una monade di quelle, che si fingono attualmente in azione, e dimando, se nel tesoro della Divina Onnipotenza, e nell'abisso delle cose possibili un'altra ce ne sia similissima, onde fatta la sostituzione risulti la medesima serie d'effetti? Mentre mi si risponda, che ciò non può essere, attenderò, che mi si dimostri la contraddizione, unica nota dell'impossibile. Tal uno dirà, che fra ambo le monadi ci passerebbe nel tempo stesso e distinzione, e identità. Sarebbono due per l'ipotesi, ed una sola, perchè distinguersi non potrebbero. Altra cosa è la esatta somiglianza, ed altra la medesimezza. Si cerca, se Dio possa creare una coppia di sostanze cotanto simili, che facciano una pari comparfa e in se stesse, e nelle loro affezioni, e ne' loro effetti, a tal che egli solo, e non qualsivoglia mente limitata ne conosca la differenza. Il negarlo, ed in tal guisa limitare la Divina potenza, egli è un gran postulato. Così si ricade nelle sottigliezze degli Scolastici, alcuni de' quali sogliono muovere la quistione, se darsi possa una creatura immoltiplicabile. Nella idea chiara d'una sostanza finita io non trovo il privilegio di essere unica essenzialmente, ed unica, e singolare in sì fatta maniera, che renda esauito un potere infinito, onde sia inabilitato a produrre una similissima. Ed ecco di bel nuovo in campo la totale pienissima indifferenza.

IV.

Gl' Inglese Filosofi movono una pari difficoltà contro la sentenza Leibniziana intorno il tempo, in cui Dio si è disposto a creare l'università delle cose. Chiedono perchè non prima, perchè non dopo; avvegnachè egli non veggono la ragion sufficiente di tale arbitraria determinazione, che dalla Divina libertà unicamente dipende. Nè capiscono, salvo il beneplacito del Creatore, che ci sia motivo di sorta alcuna, per cui non potesse la grand' opera o anticiparsi, o postorsì. Tenta il Leibnizio d'uscire d'impegno, recando la definizione del tempo, il quale secondo lui altro non è, se non se l'ordine de' successivi: laonde dee dirsi, che il tempo non si muta, ed è sempre lo stesso, quando sta ferma la medesima successione di cose. E' una pura immaginazione senza soggetto, o pure un ideale rapporto, qualunque volta la mente umana si finge tempo prima del tempo, e dove non è mai stata, mette una serie di successivi. In tali specolazioni io ci ravviso più di acutezza, che di verità. Accordo, che in qualsivoglia stagione si fosse Dio accinto a creare il mondo, l'avrebbe prodotto nel punto unico, ed indivisibile della sua eternità, la quale essendo tutta insieme, non ammette nè prima, nè poi. Non arrivo però ad intendere, che conoscendo lo stesso Iddio le operazioni delle creature, che non sono simultanee, e vengono l'una dopo l'altra, non distingua la mia durata da quella di Adamo, che viveva parecchi secoli fa. Per la qual cosa che ripugnanza ci può mai essere, che salvo l'ordine delle generazioni, e senza turbare l'economia del presente Universo, oggi il nostro primo Parente venisse al Mondo, ed io nascessi cinque in sei mille anni dappoi.

V.

Messe da canto sì fatte metafisiche sottigliezze, conchiudo essere ottimo il principio della ragion sufficiente, siccome quello, che spessissimo viene a festa, ed è la base, e la norma della massima parte de' nostri ragionamenti. Lodo pertanto il celebre Leibnizio, ed i suoi seguaci, che l'anno messo in vista, e dilucidato: andiamo però guardinghi di farne un uso troppo generale, e specialmente di porlo a fronte della indifferenza, cui debbe cedere nel contrasto; perchè altrimenti delle strane proposizioni si arrischiavano, e ci discostiamo dalla retta ragione per tener dietro alla sufficienza. Non mi si opponga, che abbandonata la predetta massima capitale, si dà di petto nell'inconveniente, che la cosa si genera senza il suo perchè, e saltano fuori gli effetti a caso senza relazione alcuna alle loro cagioni. Quando l'indifferenza domina, la radice, e la causa delle operazioni libere sta nella libertà, nè si dee cercar di vantaggio; conciossiachè posta una precisa determinazione, ed un sufficiente motivo, che ad operare invincibilmente ci spinga, le azioni non sono più arbitrarie, consistendo appunto la libertà nel superare la indifferenza. In Dio la forza di eleggere è trascendentemente infinita, e perciò superiore a qualunque indifferenza. All'incontro nelle creature fornite della bella prerogativa di operare a loro senno, il potere di scegliere è ristretto fra certi limiti, e vince una indifferenza finita, ed al vigore dell'agente proporzionata. Nel capitolo dell'uso della probabilità ragionerò intorno questo soggetto dietro la scorta de' fenomeni, e farò vedere, che l'anima muove il suo corpo con una energia limitata, e che non potendo in esso creare nuova forza, il suo dominio si stende semplicemente a servirsi di quella, che ne' suoi organi a tal uso destinati ritrova, moltiplicandola a suo piacere, ed esercitando seco lei un fisico commercio.

VI.

Passo ad un secondo genere di ragion sufficiente, la quale a detta dei Leibniziani alla convenienza si appoggia. Non mi farà ascritto a biasimo, se sopra questo punto importante da esso loro in qualche parte discordo. La supposta ragion sufficiente, dico io, o si vuole, che prevenga il sistema, e di essa nel concepirlo, e nel fabbricarlo si faccia uso: o pure, che sia una conseguenza del sistema già prescelto, e già stabilito. Dell'una, e dell'altra sorta ho da ragionare. E primieramente richiamo alla memoria, che nelle cose, che ammettono il più, ed il meno, e ponno ricrescere, e scemare, non si dà l'ottimo. In ordine a ciò, essendo impossibile un Mondo, di cui un più perfetto Dio crear non ne possa, nè sappia; toccherà a Lui fra gl'infiniti possibili lo sceglierne uno a suo beneplacito. In tale costituzione, ed in qualunque altra staranno inconcussi gli assiomi fondamentali, che nulla ci si ravvisi di assurdo, e di repugnante, e che gli effetti colla debita proporzione alle loro cagioni rispondano. Appresso si verificherebbero
i teo-

i teoremi tutti, che intorno il numero, e la quantità in generale dimostransi nell' Aritmetica, o nell' Algebra; perchè se così non fosse, uscirebbe in campo la contraddizione. Avvertasi frattanto, che i raziocinj dedotti da' premessi principj non an che fare colla ragion sufficiente di convenienza; imperciocchè rettamente concludono in forza d'una precisa inevitabile necessità. Attesa poi la natura delle creature alla mente umana inescogitabili, cui si fosse dato l'essere dal Divino Artefice, egli è manifesto, che per dar regola alla economia dell'immaginato Universo, si sarebbero prefisse leggi adattate all'indole delle cose prodotte, parte di necessità ipotetica, e parte di congruenza: anzi dove ci avesse potuto entrare l'ottimo relativo, si sarebbe opportunamente introdotto; avvegnachè in ogni fattura dee comparire la possanza, e la sapienza del Facitore. In questo superfiziale sbozzo ho detto ciò, che ho saputo, e che mi è stato somministrato da qualche lontanissima analogia dell'ordine, e della struttura, che io nel Mondo, in cui vivo, imperfettamente mi par di comprendere.

VII.

Ora mi volgo da un altro lato, e suppongo il sistema già stabilito, e prescritte le leggi tanto principali, quanto secondarie, onde si regola la successione degli effetti, e la lor dipendenza dalle cagioni. Su cotali leggi ben avverate, ben dedotte dai fenomeni, e non inventate di capriccio (atteso che fa d'uopo procedere con somma cautela, per non esporri a pericolo di sbagliare) si fondano le fisiche dimostrazioni, e la vera, e legittima ragion sufficiente delle naturali apparenze. Per altro sia detto con pace dei Leibniziani, è cosa facile, e frequente l'abusarsi del loro principio, a tutti i casi, ci vada o non ci vada, applicandolo. Molte fiate indarno si cerca la ragion sufficiente, dove non è, e frequentissimamente è tanto oscura, e nascosta, che non ci va fatto di scoprirla. In tali incontri come si comportano i Filosofanti? In vece di sospendere prudentemente il loro giudizio, una ne tirano fuori, o che loro sembra più ragionevole, o che meglio s'accomoda alle lor prevenzioni, e si affetta al conceputo sistema. Da per tutto domina la ragion sufficiente; dunque dee dare altresì regola alle innumerabili figure, che i corpi solidi circondano. Ottimamente: moltissime, e fra loro onninamente diverse sono le cause determinatrici delle figure, che la materia modificano, ed io non mi arrogo di saperne la millesima parte: donde non resto pago d'una generalissima consistente nell'azione eterna de' fluidi, che cingono, e premono i solidi, assegnata da una illustre Dama Francese, la quale ripudiato il Cartesio, si è sposata filosoficamente col Leibniz. Chiedesi la ragion sufficiente della esistenza della materia incerte. Io mi credeva buonamente, che bastasse la di lei possibilità, aggiunta la volontà del Creatore, che la cavasse dal nulla. Adesso imparo, che con esso lei avevano a prodursi le monadi, che la sostenevano, e che di più ci dovea entrare la scelta dell'ottimo.

Non si lusinghino i Leibniziani, che anco nella costituzione del mondo, che abbiain sotto gli occhi, non faccia di se mostra la indifferenza. Troppo c'è d'indeterminato nella materia, e nel moto rispetto le loro affezioni, grandezza, figura, velocità, e direzione, onde la ragion sufficiente possa in qualunque caso da se sola introdurre la determinazione, senza che nell'opera ci metta del suo la libertà dell'Artefice. Io per me penso, che nulla si farebbe mai fatto, se l'Autore Onnipotente della Natura non avesse regolata la struttura dell'Universo in parte coll'arbitrio, ed in parte colla sapienza. Dietro la traccia d'un celebre moderno Scrittore io ne reco un saggio, ma prima vo'armi strada con un'appropriata similitudine. Ho un oriuolo rinchiuso nella sua picciola cassa, e lasciatolo pendere dalla catena, nella osservò, che una delle sue ruote cammina da Occidente verso Oriente. Volgo per una quarta di cerchio l'intera macchinetta, e la ruota stessa va da mezzo giorno a Settentrione, o al contrario. Torno a girarla per un'altra quarta, e la ruota al rovescio di quel, che da prima faceva, circola dall'oriente all'ocaso. Posso collocar l'orologio in mille positure, e far sì, che la ruota predetta viaggi per tutti i venti, e cangi a mio beneplacito direzione. E con tali mutamenti non si altera nè punto, nè poco la simmetria, la perfezione, e l'uso dell'Oriuolo. Quindi movo un passo, e soggiungo. Qual ragion sufficiente si allega, per cui Dio non potesse da principio delle cose situar altrimenti il grand'Orologio del Mondo, e non possa farlo presentemente; a tal che tenuto sereno nel rimanente il sistema si volgesse soltanto in contrario senso i moti tutti de' pianeti, e delle stelle, ed il Sole a cagion d'esempio nascesse, dove adesso tramonta? Non arrivo a capire, quale sconcertamento nella economia generale dell'Universo fosse per tirare con seco il semplice cangiamento delle direzioni, senza metter mano nelle velocità, e nelle altre circostanze, che i moti accompagnano. Attenderò, che i Leibniziani mi assegnino un qualche urgente motivo, atto a superare un tal genere d'indifferenza, che secondo me è inescogitabile, mentre non si ricorra alla volontà determinatrice del sommo Facitore. E vaglia il vero pongasi in data distanza dal sole un pianeta animato dalla nota legge di forza centrale. Se non ha da camminare per linea retta, e da congiungersi col proprio centro; egli è necessario, che adesso si comunichi un impulso di traverso, coll'ajuto del quale si disporrà a descrivere un'orbita, e girare intorno il sole incessabilmente. Questa obliqua impressione si è quella, che determina il piano, e l'inclinazione dell'orbita, le celerità, ed il tempo dell'intera rivoluzione, e parecchie altre particolarità, fra le quali viene ora a mio proposto la direzione, per cui viaggiano tutti i pianeti dall'Occidente all'Oriente. Se la prima spinta si fosse data a ritroso, e si fossero rovesciate le direzioni dei movimenti, e nulla più, o se a guisa del menzionato orologio, la total macchina del mondo facesse una mezza giravolta, e per comando onnipotente in una diversa posizione si locasse; non veggio qual disordine ne fosse per nascere,

e da

e da qual ragion sufficiente indotto, non abbia Dio nell' inizio delle cose fatto uso della sua infinita libertà, dirigendo per un verso, piuttosto che per un altro il complesso de' movimenti.

IX.

Deggio farmi incontro ad una obbiezione. Un dotto Leibniziano, che sentiva il peso della difficoltà, e dagli addotti esempj mal sapea svilupparli, soleva dire altra essere la ragion sufficiente intesa da Dio, ed altra quella, che intendiam noi; conciossiachè ad un intelletto limitato non è permesso di penetrare nelle segrete ragioni, che stanno nascoste nell' abisso della Divina Sapienza. Accusava egli di manifesto paralogismo la seguente proposizione. In certi casi non ci va fatto di scoprire motivo bastante, onde determinare l' effetto, in cui pare che signoreggi una piena indifferenza; dunque il motivo non c' è; potendosi agevolmente rispondere, che la ragione sufficiente non manca, quantunque riescano vani i nostri sforzi per rinvenirla. All' incontro io lo interrogava, s' egli si avesse mai formato in mente un chiaro, e distinto concetto della perfetta indifferenza, cioè di quella, per cui in certe circostanze nessun effetto succede, o la cosa nasce talmente determinata, che si restringe ad una sola maniera. Dovreste, soggiungeva io, averne contezza, imperocchè bene spesso fanno lega insieme i due principj della indifferenza, e della ragion sufficiente. Da una verga orizzontale a cagion d' esempio pendano due pesi uguali in pari distanza dall' appoggio, interviene, che ambo i pesi se ne stanno in riposo, così richiedendo la indifferenza, la quale non consente, che l' uno piuttosto che l' altro discenda. L' assioma appunto per questo capo è inconcusso; perchè la totale indifferenza esclude qualunque ragion sufficiente, onde il moto possa prodursi. Quindi inferiva io, che la ragion sufficiente ci si affaccia sotto due differenti aspetti: il primo è negativo, ogni qualvolta non appare motivo valevole, per cui le cose si determinino a cangiare stato: e l' indizio altronde non si defume, salvochè dalla indifferenza. Per la qual cosa in tali casi i due principj si porgono vicendevolmente la mano, o per dir meglio coincidono. Tutta la diversità consiste nell' espressione, ed è lo stesso l' asserire, che nella menzionata bilancia i due pesi si mantengono in quiete, o perchè domina l' indifferenza, o perchè non si ravvita cagione bastante, per cui uno abbia a discendere, e l' altro ad ascendere.

X.

Ma quando la ragion sufficiente fa figura di positiva (e questo è il secondo aspetto, col quale ci si para dinanzi) essa certamente non sussiste in aria, e dovendosi applicare secondo le circostanze a varj particolari, fa di mestieri, che a qualche principio fondamentale indissolubilmente si appoggi. Tolta essa in questo senso si confonde colle reali cagioni o produttrici, o determinatrici degli effetti, delle quali abbiamo una precedente notizia,

tizia, o vengono alla giornata a manifestarsi. Ora volto all'Amico oppositore ripigliava. Chi dicesse esserci nell'assegnata posizione di esatto equilibrio un occulto perchè, onde i due gravi eguali disposti in distanze uguali dal comune sostegno si mettessero in movimento, non introdurrebbe egli un puro, e pretto Pirronismo. In tal guisa si sconvolgerebbe il cominciamento, il progresso, e la certezza delle nostre cognizioni; conciossiachè l'ultima analisi degli umani ragionamenti va a terminare negli assiomi, cioè a dire in alcune prime verità per se stesse conte, e palesi, ed indimostrabili. E di tal sorta si è l'assioma premesso intorno l'equiponderanza, il quale essendo l'unico fondamento della meccanica, intanto poggia ad un grado incontrastabile di evidenza, e di chiarezza, in quanto si stabilisce sul principio generale d'una perfetta indifferenza esclusiva di qualsivoglia ragion sufficiente determinatrice del movimento; avvegnachè tutto ciò, che milita a favore d'un peso, all'altro può del pari appropriarsi, e la perfetta uguaglianza fra le azioni, e le reazioni, fa sì, che la forza morta della gravità non può mai passare in viva, o per una, o per l'altra parte, nè vincere cogli effetti la irresoluzione delle cagioni. Ora questo, per così chiamarlo, vacillamento, o titubazione della Natura, qualora salta agli occhi, come nel caso addotto, e nettissimo si concepe, sonda in noi un primo, chiaro, ed evidente principio, base de' nostri discorsi, al quale chi mi vieta d'imporre il nome d'indifferenza, ovvero di negativa ragion sufficiente? Appresso, l'addotto caso di equilibrio è bene il più semplice, ed il primo, che si presenti al nostro intelletto, ma non già solo; avvegnachè collocati i pesi in maniera, che le distanze dall'appoggio s'erbino la proporzione reciproca dei pesi medesimi, staranno essi equilibrati, ed immoti. La proposizione è certa, ma in essa non appare quel chiaro, e quel limpido, che illumina la mente, e toglie di mezzo la dubbietà. Perchè ci prestiamo l'assenso, convien dimostrarla, e conseguentemente non va riposta tra i pronunziati, ma tra i teoremi. E la ragione consiste in ciò, che nell'assioma è patente la indifferenza, e non così nel teorema, la dimostrazione del quale dipende dall'assioma, che senz'altra prova si assume. Fatta poi riflessione, che il principio della indifferenza è generalissimo, e viene frequentemente ad uso nel gittare i fondamenti delle scienze, e massime della Fisica; impariamo con quanta circospezione deggia adoprarli la massima Leibniziana, che in ogn' incontro richiede una positiva ragion sufficiente.

CAPITOLO UNDECIMO

Della Continuità, e dell' Indiscernevole.

I.

DAl principio della continuità tante conseguenze deducono i Leibniziani, che non so, se avrò lena bastante per tener dietro alle loro specolazioni, nelle quali io non decido se faccia maggior comparsa la sottigliezza, o la maraviglia. Tolta di mezzo, dicono eglino, la continuità, si rompe la catena delle cagioni, e degli effetti, e gli anelli una volta separati mai più non si saldano, nè si riappiccano. Per la qual cosa ammessa l' interruzione, termina una serie di successivi, e ne comincia un'altra totalmente disparata, moltiplicandosi gli ordini delle cose senza ragion sufficiente, e con pregiudizio dell' unità, e della connessione del sistema. Per maggior chiarezza applico il principio della continuità alle azioni, ed alle reazioni della materia, e pongo, che ad una determinata massa venga comunicato un certo grado di forza; egli è manifesto, che scema nell' agente il vigore traslatato nel corpo, che ne fa acquisto: il qual vigore, siccome di nuovo non si crea nel parteciparlo, così nel riceverlo non si annichila. La forza dunque in ambo le masse è la stessa: ma quando risiede nel corpo operante, fa figura di causa, ed all' incontro di effetto, quando nel paziente si trasfonde. E perchè la forza viva non va mai disgiunta dal moto, altrimenti si cangerebbe in forza d' inerzia, ed in una semplice repugnanza alla mutazione di stato; ne segue, che nella massa, cui si comunica, qualche segno di essa dee ravvisarsi, consistente o nel movimento locale, o nella mutua confusione, o nell' intestino tremore delle parti. In quella guisa, che passa dal primo corpo al secondo, si distribuisce altresì ai solidi, ed ai fluidi contigui, e così di mano in mano; a tal che mentre non si adotti l' assurdo, che una quantità data di forza si estingua, ed in nulla si dilegui, convien dire, che applicandosi essa successivamente ad un numero indefinito di corpi, produca una progressione di effetti, la quale non mai cessa, nè mai s' interrompe.

II.

Sen quì siamo d' accordo: ma qualora i Leibniziani pretendono, che la continuità con un doppio rapporto giunga ad abbracciare i due ordini interi dei successivi, e dei simultanei, cioè il tempo, e l' estensione; non so, se mi anderà fatto di spiegare nettamente le massime di questa Filosofica Setta. Ogni elemento di Natura, o sia monade in qualunque stato si trovi, è un epilogo dell' Universo; conciossiachè contiene in se stesso la ragion sufficiente non solo delle presenti affezioni, a cui soggiace, ma delle pas-

sate,

sate, e delle future: di modo che il predetto elemento mille anni fa suffi: stendo sotto una differente positura, aveva sino d'allora in se medesimo i motivi, e per così esprimermi i semi delle olierne costituzioni, ed in queste, quelli altresì, che danno regola all'avvenire. In oltre la menzionata monade mantiene perpetuamente uno stretto commercio con tutte in generale, e in particolare le innumerevoli, che il nostro Mondo compongono, nè succede mai in una qualsivoglia mutazione, che le altre in forza della mirabile connessione non se ne risentano. Presso il P. de Chales quistionavano alcuni Statici, se la gran mole della Terra tremava al salto d'una pulce: ma qui c'è molto di più: avvegnachè messe in azione alquante monadi, onde un minimo granello di rena si muova con passo lentissimo, il moto nel diffondersi non ha limite, ed arriva non solamente agli Antipodi, ma sino alla più remota delle stelle fisse propagasi. Non c'è dunque elemento o di Natura, o di estensione, o vicino, o lontano, che in tale incontro non acquisti una novella modificazione, e che in ogni momento, oltre i propri, che dal suo fondo risultano, non sia soggetto ad infiniti relativi mutamenti. Che diremo poi delle anime umane, le quali legate al corpo ricevono l'esterne impressioni per mezzo degli organi? Anco queste, che a dettato dei Leibniziani sono una rappresentazione, e quasi uno specchio dell' Universo, tengono una stretta, e continua corrispondenza colla materia, e cogli elementi, che sono le basi della massa inerte, e della forza attiva. Per la qual cosa o si scuota una foglia nelle selve dell'Indostan, o si svegli un'auro nel mar Pacifico, si diversifica lo stato intimo dell'anima, e si destano in esso lei certe mute affezioni, che non si lascian discernere. E quantunque la nostra mente sia una sostanza consapevole di se stessa, e de' suoi interni sentimenti (se pure anch'ella non è sostenuta dalle monadi, ch'equivocano tra lo spirituale, e il corporeo) non è sempre obbligata a sapere ciò, che in lei passa, e basta, che le sue modificazioni onninamente insensibili sieno prodotte dalla economia delle successioni, e dirette dal canone della perfetta continuità. Oltre ogni credere privilegiate sono coteste monadi, le quali anno contratta fra loro una lega tanto indissolubile, che ad ogni alterazione si alterano, ad ogni mutazione si mutano, ed a tutti i tempi, ed a tutti i luoghi stanno presenti. Quando avrò proposta, e provata la mia sentenza, che la struttura, e l'ordine delle cose ad un sistema temperato si appoggia, apparirà cred'io, che si è portato all'eccesso il principio della continuità, e si dilegueranno in conseguenza le supposte innumerabili maraviglie.

A che prò alzar le vele in un Oceano interminabile di metafisiche specolazioni, le quali lavorate a fior d'ingegno in grazia d'un ipotesi sottilmente immaginata, non vengono a festa nella scienza della Natura, e riescono totalmente inutili, e bene spesso nocive. Troppo ci farebbe sfare, e che dire, ogni qual volta nella spiegazione d'un fenomeno si avesse a ricorrere alla universalità delle monadi, e si dovesse mettere in conto tutto ciò, che succede nell'ampio giro del Mondo. Egli è dunque assolutamente impossibile il tener ferma la mira ai suddetti elementi in particolare, e molto meno al loro complesso; laonde c'entrino, o non c'entrino, convie-

ne

ne trasfandarli, ed imitare la condotta de' Geometri, i quali nel calcolo differenziale trascurano quelle quantità, che per essere relativamente infinitesime non turbano l'operazione. E se così è, l'ipotesi Leibniziana dee porsi in non calere, e sarebbe forse meglio, che non fosse stata inventata: perchè imbroglia la faccenda, ed avvalora le cavillazioni de' Setticci.

III.

Passo ad altri punti, che sono più alla comune portata, e primieramente ho noto, che il principio della continuità si oppone con vigoria allo sterminato vacuo introdotto dalla scuola Nevvtoniana. I Filosofi Inglese non si fanno scrupolo di ammettere, che i Pianeti in uno spazio vuoto d'ogni materia si rivolgono intorno il sole: che da questo gran corpo vengono continuamente attratti, e trattiene nell'orbita da essi descritte: che oltre l'attrazione principale si danno le secondarie, per cui i globi celesti scambievolmente si perturbano, e che le azioni, e le reazioni senza bisogno d'un mezzo fluido si propagano in giro, e mantengono fra i corpi, non si sa come, un perpetuo commercio. Dacchè la Fisica è Fisica, si ha sempre considerata l'azione in distanza per un paradosso: ma ogni proposizione viene alla moda: tanto sono varie le opinioni degli Uomini. Ne' più astrusi, ed imbarazzati fenomeni vennero in mente a' buoni vecchj le qualità occulte, gl'istinti, le simpatie, e che so io, ma non si appigliarono mai al disperato partito, che la virtù dell'agente si comunicasse al paziente lontano, escluso il mezzo, per via d'un salto, e d'una discontinuazione. E vaglia il vero, la forza, ed il moto riseggon nella estensione solida, ed impenetrabile; laonde il vano incapace di resistenza non è soggetto atto a sostenere la forza, ed il movimento, per quanta realtà ad esso i Nevvtoniani concedano. E se non riceve in se la impressione, come può trasferirla da corpo a corpo; a tal che il mero nulla connetta insieme la cagione, e l'effetto? Le opposizioni si eludono in dicendo, che la gravità, e la vicendevoles attrazione fra le parti della materia è una legge generale, e dominante in Natura, che ha le sue regole stabili, alle quali le geometriche dimostrazioni si appoggiano, e che viene confermata da innumerabili sperimenti. Anche il Galileo non per anco libero dalle prevenzioni delle antiche scuole misurava l'orrore, che per lo vuoto mostrava la Natura, e poco mancò, che non ne formasse una nuova scienza. Adottata l'attrazione non in figura di fenomeno, ma di legge primaria, e fondamentale, irrimediabilmente va a terra il principio della continuità; ma fuori della nostra aspettazione un altro se ne insinua, cioè quello delle cause occasionali del Cartesio, o dell'Armonia pretabilata del Leibnizio, consistendo forse la differenza delle due ipotesi soltanto nella espressione. Dove non c'è massa intermezza o solida, o fluida, per cui l'azione da un corpo all'altro faccia passaggio, ivi non c'è fisico influsso, nè vera, e reale comunicazione delle forze, e dei movimenti. E se ciò non ostante il moto s'imprime, ed in ogni momento novelle sollecitazioni delle forze s'aggiungono; per ufcire d'impaccio non so da qual lato volgermi, mentre io non ricorro alla vo-

lontà operativa dell'Autore della Natura, il quale stante la presenza, la massa, e il discostamento del corpo, che si giudica traente, dà norma giusto i suoi fini agli effetti, che si osservano nell'attratto.

IV.

Laseio, che i Fisici Tedeschi difendano contro gl' Inglese il principio della continuità, di cui fanno secondo me un gran capitale ad unico oggetto di rifiutare il vuoto disseminato, del quale tanto si compiacque Democrito, e dopo lui Epicuro. Vogliono eglino, che i piccoli vani sparsi fra gli atomi rompano il continuamento della materia, ed arrechino pregiudizio alla simmetria del Mondo, che tanto più si dee riputare perfetto, quanto è più pieno. E se Dio sceglie sempre il migliore, fra le sostanze eterse non avrà certamente intermesso il nulla, che porta con seco la massima imperfezione. Rispondo a nome degli Atomisti, che non bisogna badare all'interrompimento della materia, quando sta ferma la continuazione delle azioni. E' ereditata la sentenza di Aristotile, che fossero istantanei i movimenti nel vacuo: e se gli atomi camminano con finita velocità per lo spazio in parte pieno, ed in parte vuoto, ed ora incontrano ostacoli, ed or non gl'incontrano; è manifesto, che si mantiene la comunicazione de' moti, e la debita corrispondenza fra le azioni, e le reazioni, e tra le cagioni, e gli effetti. Sarebbe di qualche peso l'argomento dei Leibniziani, ogni qual volta l'Autore della Natura avesse statuito di creare la materia pigra ed oziosa, e posta in una eterna quiete. In tale strana costituzione di cose ci si para innanzi un imperfettissimo Universo mancante d'ordine, e di varietà, privo di generazione, e di prodotti, e di conseguenza all'infinito sapere del Facitore mal conveniente. Non occorre dunque fondarsi sulle metafisiche meditazioni, le quali rappresentano bensì le nostre idee, e gli obbietti per rapporto ai nostri concepimenti; ma in ciò, che riguarda il fatto, nulla mettono in essere; avvegnachè i Mondi immaginati sono moltissimi, ed un solo il reale. Fa d'uopo girare la questione per un altro verso, ed esaminati prima diligentemente i fenomeni, indagare scriverli dalla preoccupazione di qualunque sistema, se il moto modificato dalle differenti velocità, e per venire più alle strette, se i canoni delle resistenze possano conciliarsi col pieno, e con una materia impenetrabile, che occupando tutto lo spazio è fornita d'una pari forza d'inerzia. Disia, che il movimento locale, da cui le fisiche apparenze traggono l'origine, indispensabilmente richieda, che il vano s'inframetta fra i minimi corpicelli, e che altrimenti il Mondo, in cui viviamo, attese le continue vicissitudini non possa reggerli (sopra il qual punto altrove con accuratezza ragionerò); allora ripudiata la massima della continuità, la ragione sufficiente tanto vantata a pro del pieno, militerebbe a favore del Vuoto.

V.

Dimostro per ultimo, che il menzionato principio Leibniziano tal fatta non ha luogo; perchè a mezza strada s'incontra nell'impossibile. Le curve non sono continue, e vanno di salto, qualunque volta crescendo, o scemando passo passo una delle indeterminate, i valori dell'altra diventano immaginari. Queste quantità impossibili non si leggono stampate sul libro della Natura. Me ne fomministri l'esempio una curva notissima, e sia la iperbola conica formata di due parti staccate CAD, GEH, (Fig. 9. e di quattro rami AC, AD, EG, EH, tutti e quattro procedenti all'infinito. Sia la retta FEAB l'asse della curva, i punti A, E segnino i due vertici opposti, e chiamate $\pm x$ le abscisse AB, AF, l'una positiva, e l'altra negativa, si denominino per $\pm y$ le ordinate a coppia a coppia BD, BC, ed FH, FG, e di più per $2a$ la intercetta AE. Richiamata a memoria l'equazione della curva giusto il metodo Cartesiano, avremo $2ax + x^2 = \frac{by^2}{a}$

ed assunta la variabile x siccome positiva $= AB$, ad essa risponderanno le due applicate BD affermativa, e BC negativa; avvegnachè il quadrato y^2 ha due radici $\pm y$, dalla moltiplicazione delle quali egualmente si compone. I due rami AD, AC, all'infinito si stendono; perchè al crescere delle abscisse AB si annientano le ordinate BD, BC. Dopo ciò prendasi la x negativa, e tre differenti casi ci si presentano; giacchè l'altissima $-x$ può farsi minore, uguale, e maggiore in relazione della costante AE. Nel primo si cangia in una grandezza negativa il binomio $2ax + x^2$, e fa sì, che l'applicata y diventi eguale ad una quantità immaginaria; circostanza, che porta con seco l'interrompimento della curva; imperocchè alla porzione AE dell'Asse, ed alle asisse per esempio AI le ordinate non corrispondono. Nel secondo caso posta $-x = 2a$, nasce la formola $-4a^2 + 4a^2 = y^2 = 0$, e da ciò risulta, che le applicate immaginarie vanno a finire nel zero, ed in tal guisa si determina nel punto E l'altro vertice della iperbola. La terza ipotesi ci dà sempre in figura di affermativo il membro dell'equazione $-2ax + x^2$, e conseguentemente reali le coordinate FH, FG, una positiva, e l'altra negativa. Quindi dopo la discontinuazione la curva torna a rinascere, e con ambo i rami EH, EG progredisce all'infinito. La Geometria è ferace d'innumerabili esempi o simili, o del proposto assai più maravigliosi. Nella stessa iperbola rapportata alle asintote si fa un salto nelle ordinate dall'infinito positivo al negativo: tanto è vero, che in moltissimi incontri non trova luogo il canone della continuità.

VI.

Il terzo sostegno della Filosofia Leibniziana è l'indiscernibile, per cui si asserisce, non potersi rinvenire, non solo due corpi, o due prodotti; ma nè tampoco due elementi o di Natura, o di estensione fra loro tanto somi-

giantissimi, che uno in cambio dell'altro surrogare si possa. **Dianfi** per ipotesi due stille d'acqua similissime, ed indistinguibili collocate in diversi siti. Si tramutino scambievolmente, e nulla accaderà di nuovo nella economia dell'Univerſo, e nella ſucceſſione delle cagioni, e degli eſſetti. Non c'era dunque ragion ſufficiente, per la quale la prima goccia occupaffe un luogo, ed un altro la ſeconda: ma la ragion ſufficiente, vogliaſi o non vogliaſi, ci ha da eſſere; dunque ripugna, che le predette ſtille ſieno onninamente indiſcernibili. Coſì diſcorrono i ſeguaci del Leibnizio, ed a me pare, che cotali queſtioni per mancanza dei dati ſieno inſolubili, e poco diverſe da quelle, che ſogliono moverſi per traſtullo, qualora ſi dimanda il numero delle ſtille del Cielo, o delle arene del mare. Io laſcio il punto indeciſo; perchè nè per l'una, nè per l'altra parte ho prove, che mi convincano. Dico benſì, che nel maneggiare le ſcienze non occorre nè pur penſare al mentovato principio; concioſiachè ſe tal uno qual aſſioma lo riceveſſe, farebbe poi aſtretto ad aſſolutamente rinnegarſi nel progreſſo de' ſuoi ragionari. Ed in vero i Geometri frequentemente dimoſtrano l'eguaglianza delle figure col ſoprapporle, e fatto vedere, che ſi combaciano eſattamente, ne deducono la perfetta egualità appunto da ciò, che l'una dall'altra non può diſcernerſi. Di queſto artificio appoggiato alla dignità per ſe ſteſſa nota: *Qua ſibi mutuo congruunt, aequalia ſunt*; ſi valſe Euclide nel primo libro degli Elementi, proponendo alcune primitive proprietà de' triangoli, le quali altra dimoſtrazione inſallibilmente non ammettono. Coſì Sereno opponendoli ad una popolare anticipazione, comprovò la uniformità, e la medefimezza delle due curve elittiche originate dalle ſezioni oblique del cilindro, e del cono. S'arroe, che tutto di gli Analifti nel maneggiare le loro equazioni ſoſtituiſcono una quantità in vece d'un'altra eguale; imperocchè la grandezza eſcluſa, e la ſurrogata in linea d'uguaglianza non ſi diſtinguono. Poſto che aveſſero a metterſi in conto le minute diſſerenze, delle quali i Leibniziani fanno miſterio, ſi ſconcerterebbero le nozioni fondamentali dell'egualità, della ſimilitudine, della proporzionalità, ed altre parecchie, che ſono le baſi degli umani raziocinj.

VII.

A chi non è noto, che le ſcienze rade ſiate ſu i particolari trattengonſi, e contemplano le coſe in genere, ora allargando, ed ora riſtringendo il campo a miſura degl'invſtigamenti, che ſi preſeggono. Conviene dunque preſcindere dai divarj, e pigliar di mira l'indiſcernevole. La Fiſica diverſamente non ſi comporta; concioſiachè abbiaſi per dimoſtrato, che in pari diſtanza dal centro i peſi ſieno proporzionati alle maſſe; applicherò io la verità generale a tutti i gravi indiſtintamente, nè ſtarò ridicoloſamente a piatire, ſe ſieno d'oro, o di piombo, o di qualſivoglia altra materia. Appreſſo ricorro alla ſperienza per accertarmi d'un qualche teorema concernente le forze, e gli equilibrij de' fluidi, e faccio uſo dell'acqua limpida, e dell'argento vivo purgato. Mi piglio forſe la pena di eſaminare da qual pozzo, o da qual fonte ſia ſtata cavata l'acqua, o da qual miniera il mercurio? Nè pure
ma

mi cade in mente di sapere, se i menzionati liquidi sieno omogenei, o composti di particelle talmente diverse, che una non possa situarsi nel luogo della compagna, per non peccare contro il gran principio della ragion sufficiente. Tengasi dunque per infallibile, che il nostro intelletto colle sue frequentissime precisioni, ed astrazioni va appunto in traccia dell'indiscernevole, e che questa è l'unica strada per internarsi nelle segrete operazioni della Natura; imperciocchè col troppo particolarizzare tutto si abbraccia, e nulla si strigne. Concludo, che il principio degl'indiscernibili deesi abbandonare a' metafisici; acciocchè alle moltissime di simil pasta aggiungano una novella controversia, da non isbrigarfene mai. Nelle discipline dimostrative, e nella scienza fisica o pura, o mista il principio è inutile, pregiudiziale, e direttamente contrario al vero, e legittimo metodo di filosofare.

CAPITOLO DUODECIMO.

Della Semplicità.

I.

TRattenutomi quanto basta su i fondamentali Assiomi della Fisica, e dimostrarane l'evidenza, e l'estensione, indi esaminati alcuni principj Nevvtoniani, e Leibniziani, richiedo il buon ordine, ch'io prenda per mano alquanti altri principj generali, che per non poggiare ad un pari grado di certezza, si debbono appellare ambigni, siccome quelli, che ci fanno egualmente scorta alla verità, ed all'errore. Quattro io ne conto di principali, cioè a dire la semplicità, la scelta dell'ottimo; l'uniformità, e la probabilità, i quali non contenendo in se stessi tutto ciò, che si ricerca per dedurre una rigorosa dimostrazione, vanno a terminare in qualche ragionevole conghiettura, che tanto più al vero si accosta, quanto che le proposte universali nozioni si maneggiano con maggiore circospezione. Vengono eziandio bene spesso ad uso, mentre si tratta di soddisfare alle difficoltà, che contro le nostre sentenze si adducono; conciossiachè per istabilire la verità d'una proposizione ci vogliono prove dirette, e convincenti; ma per rispondere alle opposizioni, basta frequentemente allegare una eccezione probabile, e tal volta una non ripugnanza. In tal guisa si sono adoperati i Matematici, facendosi a sciogliere i cavilli dei Settici, e particolarmente di Sesto Empirico contro i principj infallibili della Geometria.

II.

Comincio dalla semplicità, ed osservo, che due vecchj Adagj corrono per la bocca degli uomini, vale a dire, che non si dee fare col più quello, che ugualmente bene si può fare col meno, e che Dio, e la Natura non ope-

operano mai indarno: dalle quali anticipazioni legittimamente inferisco, che nelle menti umane si va con l'uso della ragione appoco appoco imprimendo l'idea se non altro confusa dell'ordine, e della semplicità, che col tempo si sviluppa, si estende, e farsi di giorno in giorno più limpida, e più perfetta. Quindi si ammirano quegli Artefici, che con ordigni facili, e di spedita costruzione le loro opere a fine riducono, e le manifatture tanto maggiormente si apprezzano, quanto che alla bellezza del lavoro si accoppia la felicità della esecuzione. Nelle scienze poi al pari delle nuove scoperte si stima la felicità del metodo, e la semplicità della dimostrazione. I primi Inventori sogliono camminare per sentieri obliqui, e malagevoli: e sebbene è sempre lodevole il dar alla luce una verità, qualunque mezzo s'adopperi in manifestarla; con tutto ciò meritano egual encomio coloro, che le speculazioni altrui si studiano d'abbellire, e rendendole più piane, e più coerenti, alla comune intelligenza le adattano. I Geometri Greci in cercando la proporzione fra il retto, ed il curvo, procedevano col metodo di escludere per una parte l'eccesso, e per l'altra il difetto: il qual progresso alle volte era talmente oscuro, ed imbarazzato, che il Vietà, a cui dell'Analisi speziiosa siam debitori, non intendendo Archimede quando c'insegna a condurre la tangente al primo punto della sua spirale, lo accusava indebitamente di paralogismo. ~~Al~~ vecchio è successo il metodo degl'indivisibili del Galileo coltivato da' suoi Discepoli, e specialmente dal Cavalieri, indi quello del centro di gravità indicato, e promosso dal Gesuita Guldino, poscia le progressioni del Vallis e finalmente il calcolo degl'infinitesimi del Leibnizio: passi tutti e quattro l'un dopo l'altro; che portando la cosa a maggiore facilità, hanno ampliati i confini dell'umano sapere.

E se così è, chi può mettere in dubbio, che Dio Ottimo Massimo, in cui all'infinito potere una sapienza infinita s'accoppia, nel fabbricare il mondo non siasi servito di regole semplicissime? In quel poco, che da noi s'intende intorno la struttura dell'Universo, apparisce un ordine, una semplicità, un'armonia, che disponendo il tutto relativamente alle parti, e le parti riguardo al tutto in numero, peso, e misura, ci fa comprendere, che il totale magistero della grand'Opera supera di lunga mano la nostra capacità, e può solamente essere esaurito dalla infinita intelligenza del suo Creatore. In ordine a ciò diceva il Galileo, conforme altrove ho notato; che la Fisica è una Scienza tanto sublime, che solo Iddio la fa tutta, e gli uomini ne fanno una picciolissima parte.

III.

Il dottissimo P. Malebranche scrittore del famoso libro intitolato *La Ricerca della Verità* si è talmente invaghito del principio della semplicità, che sopra di esso ha fondate le sue più sottili meditazioni. Si è dato egli a credere, che l'Autore della Natura mettendo mano alla costruzione del Mondo, e pigliandone la norma dalle sue semplicissime idee, abbia prediletto il Sistema semplice a confronto dei più composti, e che da ciò sia nato aver lui tollerati nel suo lavoro in grazia della semplicità dei disordi-

dini, e delle imperfezioni. Il male fisico, se pur merita un tal nome, è uno scoglio della Filosofia, riputando alcuni, che se la nostra costituzione di cose ne andasse esente, cesserebbono i lamenti di coloro, i quali tutto di declamano, che tali difetti mal s'accordano colla Bontà, col Sapere, e colla Possanza d'un Ente infinito. Il citato Scrittore professa, che i menzionati mali sieno conseguenze inevitabili della ipotesi, in cui predomina la legge della semplicità; perchè volendo Iddio toglier di mezzo tutte le imperfezioni, avrebbe dovuto valersi di regole assai più composte, colle quali riducendosi a stato migliore le cose in particolare, si farebbe di gran lunga peggiorata l'armonia generale dell'Universo. Per la qual causa non abbiamo a stupirci, che si veggano frequenti i mostri, e gli aborti, e che gli animali alle malattie, ed alla morte sieno soggetti, e così vadasi discorrendo intorno gli altri pretesi inconvenienti del nostro Sistema.

Non presumo decidere se il Metafisico Francese abbia toccato il punto, e sciolta intieramente l'opposizione. Pare a me (per dire alquanto parole sulla presente materia) ch'essendo i mali fisici relativi, e non assoluti, e dipendendo tutti e quanti sono dal gran principio delle azioni e delle reazioni, escluso il quale non si dà fra le creature uno scambievole commercio; ne nasca di conseguenza, che all'operare corrisponda il patire, e che i disordini allegati non possono appellarsi tali, se non se per rapporto a quell'Individuo, che sia dotato di senso, ed a cui arrechino un particolare nocumento. S'io con un colpo di martello rompo in pezzi una pietra insensibile, lo sritolamento, che ne altera lo stato, non si conta già fra gl'inconvenienti della Natura, anzi, se nella mia operazione un qualche fine mi propongo, bramo, che la percossa ottenga il suo effetto. Per qual titolo dunque pretendo, che si metta una eccezione alla legge universale, ogni qual volta la forza agente s'impiega contro un corpo animato capace d'una molesta sensazione? Forse si desidera, che in simili incontri si sospenda la comunicazione del moto, e che scemata l'energia dell'urto, si minori del pari la resistenza, onde si annichili a misura del bisogno una porzione di forza viva, ovvero si sconvolga da capo a fondo la debita analogia fra la cagione, e l'effetto? Se il sasso di sentimento fosse guarnito, non potrebb'egli richiedere altrettanto? e con ciò tolta di mezzo qualunque azione, e reazione, si distruggerebbe l'economia, e la varietà della Natura, e la materia inerte, ed oziosa priva di forza, e di moto si troverebbe costituita in una eterna ed immutabil quiete. Costoro dunque non fanno cosa si vogliono, mentre vorrebbero obbligar Dio ad operare a loro senno ora colle regole generali, ed ora colle particolari; conciossiachè dovrebbero almeno accorgersi, che sconvolgono l'ordine, e la simmetria del Mondo, che disfatta l'unità del Sistema, in iscambio d'un solo innumerabili ne introducono, e che attribuiscono all'Autore della Natura una serie di volontà mal disposte, e peggio coerenti, onde ciò che precede, non ha punto che fare con quel che seguita. X

+ Quarta

IV.

Ritorno in sentiero, e dico, che ammesso il principio della semplicità; il quale dia norma ai lavori della Natura; non pertanto sarà così agevole, quanto altri anno pensato, il rintracciarne le regole. Io per me credo, che siamo sempre da capo, e che certe belle massime, che appagano l'intelletto proposte in universale, riescano poi scarse e mancanti, quando al particolare s'adattano. Tale si è l'idea della semplicità, che a prima vista molto promette, ed in progresso attende pochissimo; perchè appena si troverà esempio, che un Fisico dietro la sua scorta abbia intrapreso di spiegare un qualche fenomeno, e non sia caduto in paralogsimo. Più volte ho sentito raccontare, che un perito Artesce aveva inventata una via corta, e spedita per ridurre le sue manifatture a compimento: e siccome la curiosità porta, parecchi Valentuomini d'acuto ingegno, ed anche dello stesso mestiere si mettevano in puntiglio d'indovinarne l'artifizio. Chi proponeva un modo, e chi un altro, e fra tanta discrepanza di pareri, tutti dal vero per differenti strade andavan lontani. Ora se le Arti anno i loro ripostigli, ed in sì picciole cose, che pur sono ritrovate umane, i nostri discorsi si perdono, nè ben si discerne il più semplice dal più composto; cosa farà ogni qual volta la mente osa alzarsi a contemplare le fatture uscite dal profondo d'una Sapienza infinita? Possiamo mai lusingarci, che la nozione imperfettissima di semplicità, che in noi risiede, a tanto si estenda, massimamente dappoichè ci ha ammoniti il celebre gran Cancellier d'Inghilterra Verulamio, che l'uomo sopra tutto si guardi di farsi la misura dell'Universo.

V.

Qui viene a proposito una importante riflessione, ed è, che non avendosi mai a confondere il relativo coll'assoluto, l'idea della semplicità va riposta fra quelle, che dinotano relazione, e consiste in un rapporto tra i mezzi, che s'adopran, ed il fine, che di conseguir si pretende. Spesse fiate il meccanismo, che sarà semplicissimo rispetto ad una struttura composta, riuscirà oltre ogni credere complicato riguardo ad un'altra assai semplice. Per vincere la resistenza d'un peso medioere, basterà una sola leva ben maneggiata: laddove per drizzare le Guglie nella Piazza di S. Pietro di Roma ha dovuto l'Ingegnere servirsi d'un maraviglioso apparato di macchine. Non si condannino pertanto il modo d'operare siccome contrario alla semplicità, se prima non si dimostra, che si è fatto uso del soverchio, e che con molto maggiore facilità si poteva ottenere l'intento. Gli uomini, che non anno in testa l'esatta misura della semplicità, e che sono tanto più valenti, quanto meno se ne allontanano, si comporteranno assai meglio peccando piuttosto nell'eccesso, che nel difetto, e l'Architettura ce ne suggerisce gli esempi; mentre avendosi ad ergere un edificio, il quale cogli anni contrasti, torna in acconcio, che la robustezza delle pile superi alquanto lo sforzo delle volte, e degli archi, che premendo di fianco, ten-
tano

tano incessantemente di spingere fuori della linea del piombo i sostegni; altrimenti succedono di quelle impensate rovine, che vituperano l'arte, e l'Artefice. Non così procede la Natura, a cui essendo noti i giusti equilibri, non manca mai nel necessario, e non impiega indarno il superfluo; per la qual cosa infiniti sono i gradi della semplicità proporzionati ai varj disegni ora più composti, ed ora più semplici: nè spero l'intelletto umano di prevenir mai la Natura medesima, e di comprendere anticipatamente il suo magistero; conciossiachè non sa quanti elementi entrino nella produzione d'un effetto, e molto meno come si accoppino, e in qual maniera si distribuiscan le forze, e come si temperino le azioni, e le reazioni. Aveva ragione di asserire il Galileo altra essere la semplicità intesa dalla Natura, ed altra quella, che intendiam noi, ed in prova del suo detto rapportava alcuni esempj, ai quali mi sia lecito di sostituirne uno, che mi sembra più decisivo.

VI.

Tra tutte le curve non c'è la più semplice della circolarè, e tra tutti i moti dell'uniforme. Stabiliti dagli antichi Astronomi questi due canoni di semplicità, anno per mezzo d'essi tentato di ridurre a calcolo le rivoluzioni delle Stelle, e dei Pianeti. Si sono pertanto immaginati, che i gran corpi celesti girassero con velocità equabili per diverse periferie di cerchio più ampie, e più ristrette, secondo la varia loro distanza dal centro, ch'era lo stesso con quello della nostra terra, la quale riposava immobile nel più basso sito del Mondo. Questa si è la decantata ipotesi degli Omocentrici insinuata da Ipparco, e sostenuta da Aristotele, che si è compiaciuto d'adornarla con parecchie fisiche stravaganze; deducendo egli dal moto uniforme, e circolare essere la materia dei cieli una quinta sostanza solida ed incorruttibile, e condannando il primo Motore, e le Intelligenze a volgere in giro le moli immense del primo Mobile, e delle sfere inferiori. Ma coloro, che più di proposito alle osservazioni attendevano, si sono accorti, che la premessa posizione per una parte mal corrispondeva ai fenomeni, e persuasi per l'altra, che salva la semplicità della Natura, non si potessero in conto alcuno alterare i due menzionati canoni; è una maraviglia a quanti partiti si siano appigliati. Anno declinato nei cieli un laberinto di circoli, assegnando a ciascun pianeta la sua carriera composta di Eccentrici, di Epicieli, di Equanti, di Deferenti, e che so io: con che abbandonavano il principio della semplicità nel tempo stesso, che facevano ogni sforzo per conservarlo. Il peggio si è, che se la costruzione d'un Astronomo non si accordava colle apparenze, succedeva il secondo, che ne lavorava un'altra appoggiata a i medesimi pregiudizj, e così di mano in mano; laonde ognuno si fabbricava il suo cielo, e distruggeva l'altrui: stimando tutti concordemente di non discostarsi dai precetti dell'Arte, qualunque volta aggiungevano circoli a circoli, e si credevano di mantenere illeso il moto uniforme. Sebbene computati almanco prossimamente i veri viaggi dei Pianeti, nascono curve tanto strane, che sono ignote sino ai

Geometri, ed il Sole, che non è dei più contumaci, viene affretto a *scrivere* un'anguinea, di cui si vede il capriccioso andamento negli Atti della Reale Accademia di Francia.

VII.

Ed ecco la semplicità, che intendiam noi; passiamo a quella intesa dalla Natura, di cui le novelle scoperte fatte nel celeste Sistema mi danno modo di rasonar francamente. Prima d'ogni altro il Keplero postosi sulle osservazioni di Ticone a delineare organicamente l'orbita di Marte, Pianeta, che per non essere perturbato dal corteggio dei Satelliti, cammina con esatta regolarità, si vide a comparir sotto gli occhi un'Ellissi Apolloniana, in uno dei fochi della qual curva, e non già nel centro era situato il Sole. Intorno ad esso compie le sue rivoluzioni il Pianeta con questa legge, che i tempi parziali e totali serbano costantemente la proporzione, che si ravvisa fra le aree descritte dal raggio vettore, il quale parte dal centro Solare, e termina nella periferia ellittica. Appresso paragonati insieme i giri di tutti i Pianeti primari, scopri quel famoso canone, che da lui pigliò il nome, per cui sappiamo, che i tempi periodici sono in ragione sesquiquadrata delle rispettive medie lontananze dal Sole. Ma dappoichè Cristiano Ughenio ha pubblicata la sua Teorica delle forze centrali, il Cavalier Nevvton movendo un altro passo, ha dimostrato, che le forze stesse, le quali trattengono i Pianeti nelle loro Ellissi, sono reciprocamente proporzionali al quadrato delle distanze. Dalle tre leggi, che la Natura a se medesima prescrive, e che scambievolmente si danno mano, io ne ricavo una quarta, ed è, che facendo girare ad arbitrio i Pianeti per qualunque curva, che in se stessa ritorni, a cagion d'esempio per tanti circoli eccentrici, o per tante Ellissi Cassiniane, si muterà bensì la forza centripeta; ma ciò non ostante potrò regolare le cose in maniera, che stia fermo il canone Kepleriano dei tempi periodici. E per ottenerlo sa di mestieri, che ad ogni Pianeta io assegnì una scala particolare d'impressioni acceleranti dirette ad un centro comune: laddove nella presente costituzione del cielo una sola scala di forze centrali, cioè una iperbole solida, che comincia nel centro del Sole, e all'infinito si stende, basta per tutti i Pianeti, e per così esprimermi, con una sola, e semplice molla modera la Natura il corso di tutti que' vasti corpi, che il nostro Sistema compongono. Adesso col contemplare assiduamente la grand'Opera, ne traspare alla mente umana un qualche fiavole barlume, ed impariamo di quale semplicità siasi servito il divino Architetto. Senza consultare i fenomeni, e senza il soccorso della più sublime Geometria chi si sarebbe avvisato, dove la cosa andasse a riuscire?

VIII.

Non occorre dunque fingersi una semplicità alla nostra soggia, e dietro la scorta delle nostre ristrette idce. Prendasi per maestra la Natura, ed offer-

osservando il progresso delle sue operazioni; ed interrogandola bene spesso col ripetere gli esperimenti; accadrà, ch'ella qualche fiata cortesemente ci risponda, e ci manifesti le regole legittime della semplicità. Compreso una volta almeno in parte il suo metodo, ci verrà fatto d'applicarlo ad altre diverse materie; perchè una verità è talmente feconda, che moltissime in serie ne partorisce. A questo passo io rifletto, che non bisogna mai ostinarsi di prescegliere una sola legge, siccome la più semplice; conciossiachè accoppiandosene per lo più parecchie nella generazione d'un qualche effetto, frequentemente interviene, o che la semplicissima rende le compagne oltre modo composte, ovvero che la loro unione vada a finire nell'assurdo, e nell'impossibile. Pensava Tolomeo, che le velocità di due differenti Pianeti fossero in ragione inversa delle loro lontananze dal comun centro: ma i Geometri fanno quali strane illusioni porti seco questa ipotesi in apparenza sì semplice. A taluno parerà complicata la regola del Keplero, che i quadrati dei tempi periodici sieno, come i cubi delle distanze. Se ne sostituisca una creduta più elegante, e scacciassi, che tutti i Pianeti compiano in tempi eguali le loro rivoluzioni. Nascerà di conseguenza, che le orbite sieno o circolari, o Ellittiche, e che circondino il Sole collocato nel loro centro. Sin qui cammina ottimamente la faccenda: ma quando si tratta di determinar la curva delle forze centripete, per cui i corpi celesti a non deviare dalle suddette orbite sono obbligati, si trova essere questa un angolo rettilineo con l'apice nel centro del Sole, e con i due rami infinitamente prolungati. Dalle ordinate dunque al triangolo proporzionali alle rispettive distanze vengono espresse le forze continuamente applicate, che spingono verso il Sole i Pianeti, le quali con un sifco inconvenientemente crescono invece di calare, all'aumentarsi della lontananza, e fanno in maniera, che l'effetto sia tanto più vigoroso, quanto più l'energia della cagione s'indebolisce.

IX.

Mi sovviene, che trovandomi per avventura in un congresso di Uomini dotti, che intorno il principio della semplicità acutamente si stavano disputando, mentre l'Opera del citato P. Malebranche correva con sommo credito per tutta l'Europa, per far loro toccar con mano, quanto sia corta l'umana cognizione in sì fatte ricerche, proposi il seguente curioso Problema. Voglia Iddio. ~~Ma~~ ^{Ma} un grave collocato sulla cima d'una torre vada a ferire uno scopo alquanti passi lontano dal piede della torre medesima; chieggi per quale strada condurrà egli il corpo pesante, operando colla maggiore semplicità? Molti senza esitazione si dichiararono a favore della linea retta, allegando, ch'era la più corta, che potesse tirarsi da punto a punto: ma alcuni Geometri preferivano la curva cicloidale, per cui il mobile compie il suo viaggio in tempo brevissimo. ~~Varie~~ ^{Varie} ragioni furono dette, e ridette sul punto principale della quistione, se la semplicità avesse a prender norma o dallo spazio, o dal tempo, ed io lasciando la lite indecisa foggjufi, che mentre in un caso tanto semplice nulla si conchiude-

va, e ciascheduno alla propria opinione tenacemente aderiva; doveasi dimandar alla Natura lo scioglimento della difficoltà, ed intanto far uso della idea della semplicità con cautela, e con discrezione.

Ed in vero s'io pongo mente ad alcune operazioni della Natura, parmi ch'ella tenga poco conto della brevità dello spazio, e molto di quella del tempo. Dividendosi un Fiume in più rami prima di metter foce nel Mare, la maggior chiamata delle acque non si fa già dalla parte, dove è più corto il viaggio, e manco tortuosa la linea del corso, e conseguentemente minori le resistenze; ma bensì dall'altra, dove essendo per forza l'alveo più profondo, più grosso il corpo dell'acqua, e più celere la corrente, in tempo più breve succede lo scarico, non ostante la parità del declive, e la maggior lunghezza della strada. L'esperienze fatte sul fiume Adige ci anno data una prova manifesta di tale importante verità Idrostatica, allora quando per liberarlo da una lunga svolta, che ne ritardava il moto, si è eseguito il gran taglio alla Torre nuova, tirando l'alveo a filo, e notabilmente accorciandolo. Si stimava di derivar con tal mezzo per la maggior parte le acque solite a scorrere abbondantemente per il Canal di Loreo, e pure il successo non ha corrisposto all'aspettazione; conciossiachè invitate esse dal cupo letto, che serviva nei tempi andati al Po di Levante, ricusavano d'incamminarsi per la strada recentemente aperta, fin a tanto che a forza di palisitte sono state costrette contro il loro genio ad imparare la novella direzione.

Un altro riscontro, che la Natura piglia norma d'operare semplicemente piuttosto dal tempo, che dallo spazio, me ne somministrano le rifrazioni del lume. Ma su questo punto tante controversie si agitano tra i Professori della Diottica, che oltre il dovere mi dilungherei dal mio istituto, mentre mi assumessi il carico di sviluppar la materia. A più opportuna congiuntura io ne rimetto la discussione, ed intanto so avvertiti i Lettori, che nei due addotti esempi, ed in altri, che addurre si potrebbero, la Natura non dirige la sua principale intenzione all'osservanza del canone concernente la maggior brevità del tempo. Ezzo secondo il mio parere, è un corollario nascente dalle leggi meccaniche, che nel producimento di parecchi effetti vengono ad uso, e non dee mai prendersi per causa vera, e legittima, ma piuttosto siccome segno, e talvolta equivoco, che le naturali operazioni accompagna. Voglio inferire, che accaderà bene spesso, che la Natura nel tempo più corto il suo fine conseguisca; ma non pertanto questa circostanza c'insegna l'artificio impiegato per ottenere l'effetto: sulla quale al più fondar si può una indiretta dimostrazione, di cui abbiamo poco a fidarci, quando per sostenerla altre prove di maggior nerbo non ci concorrono.

CAPITOLO DECIMOTERZO

Della scelta dell' Ottimo.

I.

Ogni qual volta si dispone Iddio di crearé un Mondo, non potendo senza incorrere nella massima delle contraddizioni produrre un Ente uguale a se stesso; egli è necessario, che ogni creatura rispetto a Lui si computi quasi per nulla, e faccia figura, se così mi è concesso d'esprimermi, d'un punto posto al paragone d'una grandezza infinitamente infinita. Non dobbiamo dunque stupirci, che le cose sieno fornite d'un grado limitato di perfezione, che in esse si rinvenga il bene misto col male, e che non vadano esenti da que'disordini, intorno i quali tutto giorno acutamente si disputa. Quest'avvertenza è sola bastante a fare, che svaniscano le dubbietà; imperciocchè se si pretende, che Dio partecipi alle sue fatture una perfezione trascendente escluso qualunque difetto; si chiede l'impossibile: se poi si vuole, ch'egli per soverchia delicatezza s'astenga dal produrre cose d'imperfezione capaci; si desidera fuori di Lui un mero nulla, e conseguentemente una imperfezione, di cui non si può concepir la maggiore; essendoci tra l'essere, ed il non essere una sterminata distanza.

All'incontro non ci sarà intelletto alcuno così lontano dal buon senso, il quale non accetti siccome un primo principio, che Dio dotato d'una infinita Sapienza dà alle sue Opere quella maggior perfezione, che ad esse può convenire, e che nell'Univerfo da Lui fabbricato, attesi i fini, e le circostanze, ci si ravvisa l'elezione dell'ottimo. Sarebbe una stravaganza, che l'Uomo, cui non manca almeno nelle cose più semplici l'idea dell'ottimo, avesse a rimproverare al Supremo Artefice, che il tal prodotto in miglior maniera far si potesse; nè dovrebbe accusarsi di temerità il Re Alfonso, qualora diceva, che se fosse stato presente alla costruzione della gran mole, ne avrebbe emendati i difetti, e suggerirane una miglior simmetria. Non si accorgeva il Reale Astronomo, che in contemplando la struttura del Mondo, aveva sotto gli occhi la immaginata, e descritta da Tolomeo, e non già quella, che dalla Divina Onnipotenza era uscita; e perciò a Dio attribuiva empicamente gli errori dell'Uomo.

Ma se le due premesse proposizioni sono egualmente certe, e l'una all'altra non fa contrasto, il modo di conciliarle mi porta ad una perplessa, e sottile discussione, cioè a dire quando, ed in quali congiunture abbia, o non abbia luogo la scelta dell'ottimo. L'acutissimo Leibnizio fattosi a considerare la serie dei Mondi possibili, se l'ha posta innanzi la fantasia a guisa d'una piramide, che per un verso termina in punta, e per l'altro si dilata all'infinito. L'Univerfo, in cui viviamo, secondo la sentenza del citato Scrittore, e de' suoi Settari ci viene rappresentato dall'apice del solido, e dalle

basi:

basi senza fine crescenti que' sistemi di cose sempre più imperfetti, ne quali non ha posto mano la Divina Possanza. E se fra gl' infiniti Mondi unico si è quello, che vince tutti gli altri in perfezione, e di cui Dio non fa concepirne, e non può crearne un migliore; ogni ragion vuole, che l'abbia preferito a qualunque altro meno perfetto. Così richiedeva la sua Onnipotenza impiegata a produrre il massimo possibile effetto: così la sua Sapienza intesa nel lavoro dell'Opera più compiuta: e così la sua Bontà occupata a caver fuori il massimo aggregato dei beni, ed il minimo dei mali.

IL

Con pace di questo grand' Uomo in tal guisa vengono a limitarsi i Divini Attributi, i quali per essere di lor natura infiniti, non si ristringono dentro i confini dell' nostro Universo. Bisognava dimostrare evidentemente, che una finita, e nel tempo stesso perfectissima costituzione di cose è possibile, e ch' essa prescrive il termine, oltre cui il Potere, la Sapienza, e la Bontà d' un Ente infinito non può trascorrere; di modo che il crearne una più perfetta importa contraddizione. L' addurre per tutta prova, che il presente stato è l' ottimo, perchè Dio ad ogni altro l' ha anteposto; è lo stesso, che supporre siccome vera un' asserzione, di cui ragionevolmente si dubita, ed incorrere in una manifesta petizion di principio. Prendo il sistema, che in fatto esiste, siccome misura comune di tutti gli altri possibili, e calcolando le vestigia dell' Autore Tedesco, me ne fingo alquanto per metà, o per una data parte meno perfetti, senza mai giugnere al termine dell' ultima imperfezione. Ora per qual motivo mi è vietato d' istituire l' analogia, come uno di questi Mondi al nostro; così il nostro ad un terzo dotato d' una doppia, o tripla perfezione? E se non mi è concesso di segnare per un verso come fondamento della mia proporzione la pessima ipotesi, per la stessa ragione mi viene interdetto di determinar l' ottima. La sentenza comunemente abbracciata, che per doppia strada all' infinito ci guida, fa comprendere alla nostra mente in che consista l' infinita Libertà del Creatore, la quale se non viene affatto esinta, tanto però si snerva dal Leibnizio, che poco ci vuole, ch' egli non aderisca all' opinione d' Abailardo; conciossiachè ritorna al medesimo lo stabilire i limiti o alla Potenza, o alla Sapienza Divina, ed il dire, o che Dio ha fatto quanto ha potuto, o pure quanto ha saputo. Quantunque ripugni un sistema tale, di cui dar non se ne possa un migliore; non ostante ciò risiede in Dio una forza tanto efficace, che sola è atta a vincere la indifferenza di tutti i Mondi possibili, ognuno de' quali o' siasi più, o meno perfetto, per uscire dal non essere all' essere con una pari obbedienza altro non aspetta, fuorchè il cenno d' una infinita libera volontà. Io quanto a me concluderei essere arbitraria in Dio l' elezione delle Creature, ch' egli destina d' estrarre dall' abisso della sua Onnipotenza, che fatta una volta la scelta, è uffizio della sua Sapienza, e Bontà l' ordinarle nella maniera migliore: ma che non si debbe pertanto inferire aver Lui prodotto il Mondo perfectissimo, onde darsi non possa un genere diverso di cose totalmente dal nostro concepimento remote, alle quali

quali convenga una combinazione di quella, che attualmente sussiste assai più perfetta, e così di mano in mano all'infinito.

III.

La Dottrina da me proposta tira con seco alcuni corollarij. E primieramente stimo superfluo l'avvertire, che dove ha luogo una precisa necessità, invano si cerca il migliore; avvegnachè l'elezione debb'essere libera, e sciolta dai legami del necessario, e dell'inevitabile. I Teoremi dell'Analisi, dell'Aritmetica, e della Geometria s'appoggiano ad una verità sì rigorosa, e metafisica, e sono talmente immutabili, che ricusano d'essere in qualsivoglia maniera alterati, senza che si dia di petto nella contraddizione. E se le leggi della comunicazione del moto, e delle forze vive dall'essenza della materia, cioè dall'estensione, e dalla impenetrabilità immediatamente dipendono, conforme s'ard a suo tempo vedere; non occorre, che più oltre si affaticchino i Leibniziani nello spacciarle siccome leggi di scelta, ed di convenienza.

Secondariamente io dico, che la prerogativa dell'ottimo non conviene alle cose considerate in se stesse, le quali ponno per un verso aumentarsi all'infinito, e per l'altro infinitamente diminuirsi. L'assioma è così chiaro, che non so come sia venuto in mente al Leibnizio di limitarlo colla premessa eccezione. Abbiasi un pezzo di materia costituita in quiete, e deliberi Dio di metterlo in moto. Quand'Egli altro fine non si prefigga, non capisco, che ci sia maggior perfezione lo scegliere l'una, piuttosto che l'altra fra le innumerabili direzioni. Appresso non intendo, qualmente possa imprimerla al mobile l'ottima celerità. Posto che ci fosse un grado di movimento, di cui non potesse darsi il più presto; mi lascierei persuadere, che il corpo in acquistandolo arrivasse all'ottimo stato in genere di velocità. Ma se ciò ripugna alla natura delle cose quante, che sempre ammettono il più ed il meno; è manifesto, che camminando il corpo o celere, o lento, non può mai per questa strada giugnere al colmo della perfezione. In terzo luogo alla materia competono certe proprietà, che da essa senza distruggerla rimuovere non si possono. Una delle principali si è la sua divisibilità all'infinito, per cui è inimmaginabile un atomo corporeo ridotto all'ultima divisione. Non si creda pertanto, che dianzi in Natura, o che almeno sieno possibili linee, superficie, e solidi nel loro genere perfettissimi. Quantunque i Geometri concepiscano il punto siccome una minima grandezza; si guardano però di considerarlo con quei di Zenone, e lo assumono bensì indivisibile, ma solo relativamente, in quanto cioè fa figura di semplice segno, ed alla linea, che dal suo moto si genera, ha una proporzione minore di qualsivoglia data. Dicasi lo stesso della linea rispetto alla superficie, e di questa riguardo al solido: e per favellare con maggiore accuratezza dietro la scorta del Cavalier Newton, si considerino le quantità elementari non come determinate, ma come fluenti, onde in uno stato fermo mai non persistano, e vadansi sempre più all'infinito estenuando. Gli antichi Filosofi Stoici anno benissimo capita una tal verità, e spiegarla solevano colla seguente appropriata similitu-

tu-

tudine. Se a perito Maestro una rozza pietra io consegno, perchè me ne formi una colonna; pretenderò con ragione, che la lavori giusta le regole dell' Architettura, ma non mai che le dia quel pulimento, e quel lustro, che farebbe atto a ricevere un fino marmo orientale. Così l' Autore delle cose in maneggiando la materia, quantunque da Lui creata, ci darà un saggio del suo infinito sapere disponendola, ed organizzandola nella migliore maniera; ma non pertanto potrà togliere ad essa le imperfezioni, che dalla sua essenza derivano. E mentre a cagion d' esempio ripugna, che si faccia una sfera, la quale tocchi il piano in un punto indivisibile; la colpa non cade già sull' Arte, nè sull' Artefice, ma bensì sulla contumacia della materia, che nol consente.

IV.

Inferisco, che l'ottimo assoluto fuori di Dio è impossibile, e che il relativo, di cui solamente le creature sono capaci, con un doppio rapporto prende di mira e la materia, di cui si fa uso, ed il fine inteso nel variamente modificarla. Qui mi piglio la licenza di trattenermi sulle invenzioni umane concernenti la scelta dell'ottimo; conciossiachè a giusto titolo appartiene al Sommo Facitore questa insigne prerogativa, che alle menti finite in qualche modo da Lui si partecipa. Con mirabile avvedimento le Arti si eleggono certe particolari materie più delle altre ai loro disegni appropriate. O si prendano ad imprestito dalla Natura, o si preparino a misura delle occorrenze, ovvero dalla missione di quelle, che abbiamo alle mani, nuovi producimenti si formino; in tutti e tre gl'incontri spicca la sagacità degli Artefici. Al ferro per mezzo delle diverse tempere s'accresce la durezza, e si converte in acciaio, del quale non c'è forse mestiere, che non se ne serva; laonde avean ragione di anteporlo all'oro gli Americani, in veggendo quanto fossero manche le loro manufatture; poichè in iscambio d'esso erano obbligati a valersi o delle spine dei pesci, o del legno al fuoco indurito. L'ottone è un misto di rame, e d'un mezzo minerale di color aureo, ritrovato dagli Alchimisti per ornamento delle domestiche suppellettili. Ora chi si farebbe mai avvisato, se una lunga sperienza non ci ammaestrasse, che ne' piccioli orologi avessero a formarli le ruote d'ottone, ed i perni d'acciaio, onde colla scambievole fregatura meno si logorassero, e desero col loro accoppiamento alle maravigliose macchinette una più diuturna consistenza? Troppo largo campo mi si aprirebbe, mentre volessi spaziare per il circuito dell' Arti mostrando, che almeno fra le materie da noi conosciute si mettono in opera le migliori, e le più adattate al fine, che di conseguire ci proponiamo.

V.

Passerò alla scelta dell'ottimo dipendente dalla figura, dalla grandezza, dal moto, dalla proporzione delle parti, e dal combinamento delle circostanze. Per non deviare dal vero in una ricerca tanto importante e difficile.

tile, tre criterj mi si affacciano. Il primo è popolare; e ricavandosi dalle comuni nozioni, e dalle prime idee delle cose, non è maraviglia, che coloro i quali nelle Scienze più recondite il tempo non an consumato, si formino nondimeno un distinto concetto dell'ottimo, quando massime colla semplicità s'accompagna. Ognuno, benchè zotico, sa benissimo essere le figure rotonde attissime al moto, ed ai rivolgimenti, e le cubiche, o parallelepipede alla quiete, ed alla stabilità: nè si troverà chi alle carrozze, ed ai mulini metta le ruote triangolari, ovvero chi faccia lavorare le pietre sferiche per ergere una muraglia. In oltre per tagliare, e per separare le fibre intralciate de'corpi teggenti fa d'uopo valersi dei cunei, i quali quanto sono più acuti, tanto sono più penetranti, e così vadasi discorrendo intorno l'elezione delle figure a differenti uffizj appropriate; attesachè rare volte interviene, che in tale proposito un qualche sbaglio si prenda, peè essere troppo palese la corrispondenza tra le figure più semplici e gli usi migliori, a cui si destinano.

VI.

Il secondo criterio, che ci guida alla cognizione dell'ottimo, è scientifico, e consiste in applicare, quando ci vien fatto, ai casi, che ci si offeriscono, la dottrina degl' Isoperimetri, ed il metodo dei Massimi, e dei Minimi, coi quali la Matematica porge soccorso alla Fisica. Gli strani andamenti delle curve locali fanno tutto il giuoco; avvegnachè assunte le assise siccome aritmeticamente crescenti, le ordinate ci mettono sotto gli occhi ora il massimo, ed ora il minimo, e talvolta amendue: se pure non siamo in quegli incontri assai frequenti, nei quali nè l'uno, nè l'altro ci si ravvisa. Appresso accade, che ci sia il massimo, o il minimo principale unito coi secondarj in quella sorta di curve, che procedono ondeggiando, e chiamansi anguinee: ma di sì fatte affezioni c'istruisce abbastanza l'Analisi Cartesiana, e molto più la Leibniziana. Intanto adattando alla Fisica la Geometria, il massimo, ed il minimo diventano l'ottimo, ed il pessimo, o al contrario, secondo l'intenzione, e le circostanze. E da vedersi principalmente a quale scopo sia indiritta la mira; imperciocchè se si vuole la curva della prestissima discesa d'un grave, che obliquamente si porta da punto a punto; ovvero la figura d'un solido, che più speditamente d'ogni altro s'apre la strada a traverso d'un mezzo fluido, ed incontri la minor possibile resistenza; satisfacendo al primo caso la Cicloide, conforme ho detto altrove, ed al secondo una spezie di curva trascendente simile al carattere, per cui gli Astronomi dinotano il segno d'Ariete; egli è evidente, che nell'uno, e nell'altro fa di mestieri ricorrere al minimo, che ci dà le migliori funzioni, e va d'accordo coll'ottimo. All'opposto abbiasi a munire il palco d'una stanza con i correnti della maggior robustezza, ovvero a disporre le picciole ale intorno ad una ruota di mulino sotto quell'angolo, che sia atto a ricevere dall'acqua fluente la più gagliarda impressione; è cosa chiara doverci noi appigliare al massimo, il quale in sì fatti incontri determina l'ottimo slesso. Per tali ricerche ci presta un grand' ajuto il famoso

Problema degl' Isoperimetri proposto, e sciolto dal celebre Jacopo Bernoulli, a cui s' aggiungano le belle viste del Signor Giovanni di lui Fratello nel suo Trattato di maneggiare i vascelli, e tutte le altre curiose scoperte fatte dai moderni Matematici, e che in avvenire si faranno; bastandomi d'aver indicati i fonti, onde possa il Fisico derivare le verità, che solamente per questa strada si rendono dimostrabili.

Ben è certo, che spesso siate l'ottimo ci sparisce dinanzi gli occhi, ogni qual volta si diversificano le circostanze. Ed appunto qui viene a festa il solido poco fa menzionato della minima resistenza, sulla cui figura non si costruiscono le navi; perchè sebbene farebbono velocissime in following il mare giusta la direzione della spina; riuscirebbero oltre modolente, piegando a poggia, e ad orza, e perciò farebbe d'uopo investigare una struttura di vascello, che movendosi con varie deviazioni dentro certi limiti, fosse soggetto ad un minimo aggregato di resistenze. Non so se la Geometria possa mai giugnere a tanto. Osservava bensì con piacere varie specie di Nauti, pesci marini, che armati d'una crosta dura, e liscia, a guisa di piccole navicelle spiegano per vela una sottilissima cartilagine, e col favore del vento navigano per l'Oceano: osservava, dissi, attentamente la lor figura, e veggendola simile a quella d'alcune delle nostre barche (se questi animali fossero stati comunemente conosciuti dagli Antichi, e non si conservassero dai Moderni come una rara curiosità de' più scelti gabinetti) mi farei dato a credere, che gli Uomini avessero da essi appresa la Nautica. Ma ciò, che dalla Natura si fa alla prima, a forza di replicare i tentativi dall'Arte si consegue; ed una lunga pratica, quand'anche non afferma l'esatto, almeno dal prossimo non si discosta.

VII.

Il terzo criterio, per cui si discerne l'ottimo inteso dalla Natura, consiste nel farsi con accuratezza ad esaminare l'artificio delle di lei operazioni, e dopo averne ben capiti i fini proposti, ed i mezzi usati per ottenerli, muovere un passo addietro, e mettersi seriamente a riflettere, se al maggior da essa impiegato un migliore se ne possa sostituire. Io per me di buona voglia confesso, che qualunque volta mi son ingolfato in questo genere di speculazioni, sono rimasto talmente pago, che non ho mai saputo desiderar di vantaggio. Con meco sono persuasi della medesima verità tutti que' Valentuomini, i quali o si sono internati nel meccanismo della Natura, o ne anno studiata a fondo la storia. Fra gli Scrittori della prima classe leggesi il Galileo, che dopo averci data la Teorica delle resistenze dei solidi, ne cava un ingegnoso corollario attenente alle grandezze dei corpi organici dimostrando, che gli Uomini, i Bruti, e gli arbori, salva la simmetria delle loro membra, non ponno proporzionatamente ricrescere oltre un dato limite; attesochè mentre le ossa, ed i rami sterminatamente, e fuori di proporzione non si ingrossassero, verrebbero al fine sotto il loro peso a sfaccarsi. Prendasi per mano l'eccellente Trattato di Alfonso Borelli intorno il moto degli Animali, e dopo averne trascorso con diligenza il primo

mo libro (giacchè nel secondo troppo egli si compiace della maniera ipotetica di filosofare) nieghi chi ha fior di senno abbracciarsi dalla Natura l'ottimo relativo in tutte le circostanze. Io contemplo la struttura degli uccelli, e de' pesci, e noto, che a quelli manca il diaframma, onde riempiti internamente d'aria, si rendono più leggieri; e questi son provveduti d'una vescica gonfia d'aere, che ristringendosi, e dilatandosi, fa sì con un perpetuo equilibrio di moto, ch'essi a mezz'acqua si sostentino, o vengano a galla, o piombino al fondo. Rifletto ai robusti muscoli, che ingombrano il petto dei volanti, e servono alla indefessa ventilazione delle ale; ed agli affai più vigorosi, che nei pesci dalla testa fino all'estremità della coda si stendono, i quali imprimono ai nuotanti un moto tale, per cui superano velocemente la resistenza dell'acqua ottocento volte più densa dell'aria.

VIII.

Non è mia intenzione di copiare l'intero citato libro, ma di semplicemente accennarne alquante particolarità, che risvegliino il Lettore, e lo mettano, per così dire in puntiglio di surrogare ai lavori della Natura qualche artificio più magistrale. Frattanto ch'egli indarno il cervello si logora; passo a quegli Autori, che della storia naturale si sono resi benemeriti. Non pretendo già di tesserne un lungo catalogo. Tra i nostri segnalati si sono il Malpighi, il Redi, ma sovra d'ogni altro e di quà, e di là dai monti l'incomparabile Vallisnieri, la cui perdita quantunque volte mi viene in pensiero, io giustamente compiangio, e prendo volentieri l'occasione di rendere testimonianza alla memoria sempre cara d'un Amico, del quale non ho conosciuto nè il più dotto, nè il più sincero. Le semplici naturali osservazioni disgiunte dai Matematici raziocinj ci danno bene spesso quella sorta d'ottimo popolare, che agevolmente si concepisce. Qui mi si para innanzi una copia d'innumerabili riflessioni; essendo ogni erba, ogni pianta, ogni animale un mirabile laboratorio chimico, ed una stupenda officina di macchine Idrauliche, e meccaniche. L'Arte è stata prevenuta dalla Natura, e non c'è ordigno inventato dall'industria degli uomini, di cui prima non siasi servita la sagace Maestra. Negl' insetti specialmente si rinvencono e seghe, e trapani, e forbici, e tenaglie, e che so io; colla differenza però, che gli stromenti lavorati dalla Natura sono vivi, e siccome tali crescono, si nutrono, ed alle volte, o rotti, o logori si riparano, e risarciscono. Piglio ad prestito dal lodato Signor Vallisnieri l'esatta descrizione del Camaleonte Africano, ristringendola a due sole circostanze. Questa bestiuola pigrissima al moto, e cittadina d'un paese povero d'acque aveva a provvedersi di bevanda e di cibo. La Natura dunque s'è presa la cura di torniarle sulla sommità del capo un picciolo vase, che raccogliendo in se la rugiada cadente dal cielo per due angusti canaletti alle fauci la tramandasse, e leggermente le innaffiasse; perchè ad ogni soprabbondante quantità d'acqua l'animaletto corre rischio di soffocarsi. Ha poi la sua lingua spalmata d'una tenacissima pania, e corredata di forti muscoli disposti a guisa d'una molla

spirale, coi quali velocissimamente lanciandola fa preda degli insetti volanti, e ritirandola con eguale prontezza, li converte in proprio alimento.

IX.

«Sopra tutto guardiamoci d'interrompere il nostro corto giudizio su quelle cose, che non arriviamo a capire; ed è una stolida presunzione l'addossare alla Natura la nostra ignoranza. La Fisica, che va passo passo avanzando cammino, ci propone continuamente delle nuove maraviglie ignote ai tempi antichi, ed un maggior numero ai venturi ne riserba. Bramerei pertanto, che con l'Autore del tutto si usasse almanco quella discretezza, che fra gli Uomini si costuma. E per valermi d'una similitudine, io prendo anzi gli occhi un libro di rinomato Scrittore, ed in leggendolo con attenzione, vedo ben istabiliti i principj, chiaramente dedotte le conclusioni, ed i corollarij, esatto il metodo, con cui si procede, in somma magistralmente spiegato ed illustrato tutto ciò, che non eccede la mia intelligenza. Osservo però esserci alquante speculazioni sublimi ed astruse, intorno le quali non ho lume sufficiente per decidere del loro valore. Che dovrò dunque dire? Dirò forse essere ottimamente scritta la parte, che da me s'intende, e pessimamente l'altra, che non s'intende? Farei torto alla mia onestà, e mi tirerei addosso l'altrui disprezzo, ogni qual volta mi lasciassi uscir di bocca una sì sciocca proposizione. Ma nel gran Volume della Natura quel poco, ch'io ne capisco, mi sorprende, e mi fa fede della infinita perizia dell'Autore. Noto in esso semplicità di leggi, uniformità di massime, tolta di mezzo l'indifferenza, elette le ottime simmetrie: e da queste premesse ci sarà mai chi conchiuda, che ciò, che da noi nettamente si concepisce, non può camminar meglio, e che va alla peggio tutto il rimanente, cui l'ingegno umano non giugne per anco ad intendere? Il discorso ne chiama un altro, ed è, che se dal nostro sapere dee si misurare la perfezione del Mondo, esso diverrà tanto più perfetto, quanto più invecchierà. I nostri Antenati erano certamente all'oscuro di moltissime verità, che oggi giorno sono palesi: per la qual cosa alcune operazioni naturali potevano due secoli fa annoverarsi fra i pretesi disordini, che presentemente con ragione si ammirano, perchè ad evidenza si comprendono.

CAPITOLO DECIMOQUARTO

Della Uniformità.

I.

DEl principio dell'Uniformità, di cui a ragionare mi accingo, possiamo in Fisica coraggiosamente servirci; conciossiachè non si cammina mai per sentiero obbliquo, ed incerto, ogni qual volta messe da canto le nostre immaginazioni, si va dietro alle orme impresse dalla Natura. Ella è costante nelle sue operazioni, ed a se stessa prescrive alcune leggi inviolabili, dalle quali non è suo costume di dipartirsi. O si derivino queste dal canone della semplicità, o pure da quello della scelta dell'ottimo, si verificherà sempre, che saranno poche in numero, e generali per l'estensione; avvegnachè se l'Autore della Natura in qualche caso particolare abbandonasse le regole negli altri somiglianti adoprare, interverrebbe, che tal volta preferisse al più semplice il più composto, ovvero il manco perfetto al migliore. Ma quand'altro disordine non ci fosse, il moltiplicare le leggi fuor di proposito tira con seco il difetto, e la imperfezione: laonde scoperto una fiata in certe occasioni il meccanismo della Natura, ci è concesso senza rischio di cadere in errore di ampliarlo, e di stenderlo ad altri simili incontri, fondandoci sopra una massima universale.

In ordine a ciò l'incomparabile Cavalier Nevvton premette al terzo Libro de' suoi Principj Matematici della Filosofia Naturale un utilissimo assioma, cioè a dire, che ad effetti simili corrispondano cagioni simili, e tali sono per esempio la respirazione negli Uomini, e ne' Brutj, la discesa de' gravi in Europa, ed in America, e la riflessione del lume, che si fa tanto dalla Terra, quanto dagli altri Pianeti: il qual assioma in che circostanze, e con quanta precauzione debba adoprarsi, m'ingegnerò a tutto mio potere di mettere in chiaro.

II.

E prima d'ogni altra cosa è da notarsi, ch'è in qualunque genere di effetti analoghi la Natura fa sempre uso d'una legge fondamentale e dominante, con cui a tutti generalmente dà regola. Non lascia però bene spesso di valersi d'alcune leggi accessorie e secondarie, per mezzo delle quali in molte guise, senza mai abbandonare la principale, viene sagacemente a modificarla. A questa si appoggia il principio dell'uniformità, e le altre servono alla varietà; perchè se non facessero lega insieme le due menzionate prerogative, non sarebbe di lunga mano nè così bella, nè così ammirabile l'economia dell'Univerfo.

Ma

Ma per non mettere il piede in fallo, fa di mestieri porsi con tutta la forza del raziocinio sostenuto dall'esattezza degli esperimenti a distinguere dalle accessorie le leggi fondamentali della Natura, e si pecca del pari o pigliando siccome principale un canone secondario, ovvero equivocando all'opposto. Non pensiamo già, che basti il dare alla sfuggita un'occhiata ai fenomeni fisici, che vogliono accuratamente esaminarsi; acciocchè l'ignoranza della Storia Naturale, siccome ad ognuno una volta, o l'altra interviene, non ci faccia incorrere in qualche inescusabile errore. Posta la debita diligenza, non mi sembra malagevole il discernere i due differenti generi di leggi, delle quali ho fatto parola; attesochè sebbene nelle meno primarie la Natura va, quasi sarei per dire, scherzando, e facendo pompa della sua industria; non pertanto in esse si ravvisa sempre mai una qualche comune proprietà, che stabilisce la legge maestra e fondamentale. Comunque la Natura ad operar si disponga, ed impieghi varj artifizj, non perde però mai di vista lo scopo principale, e conseguentemente non s'induce mai a fare il gran salto da principio a principio. Appresso se tolto per mano un determinato genere di effetti simili (nel qual punto fa d'uopo di stare attenti per non prendere sbaglio, e confondere inavvedutamente fenomeni d'indole affatto diversa) si osserva aver in molti casi luogo una legge, che in altri non comparisce; tengasi per fermo appartenere essa all'ordine delle accessorie, e non mai delle principali.

III.

Accade ancora, che le leggi sieno talmente connesse, ed abbiano fra loro una così stretta scambievolmente corrispondenza, che debba ascriversi piuttosto alla fortuna, che all'industria, se ci va fatto di separarle, e di riconoscere senz'ambiguità quale fra esse faccia la figura di primaria, e quali fra le secondarie abbiano ad annoverarsi. So per prova, che in sì fatte malagevoli inchieste i criterj sono frequentemente scarsi e mancanti, nè giova appoggiarsi o alla maggiore semplicità, ovvero ad una certa priorità, che nelle cose si concepisce; perchè la Natura non è guari disposta ad accomodarsi alle nostre idee, o ai nostri metodi. Replico essere colpo di buona sorte, se ci si affacciano effetti tali, in cui svaniscono alcune leggi, che in altri del medesimo genere palesemente si osservano. Queste senza esitamento fra le accessorie ripongansi, ed ecco il miglior mezzo, anzi l'unico di penetrare nei più cupi nascondigli della Fisica, dividendo in due classi i canoni naturali, e discernendo quelli, che mantengono intatta l'uniformità, dagli altri, che introducono la varietà, ed alla uniformità non recano pregiudizio. Per quanto mai può, la Natura è intesa ad accoppiare insieme, ed accordare le regole primitive colle secondarie, facendo quasi diret ogni sforzo per non disgiugnerle: ma se talvolta per avventura nel produzione degli effetti in particolare, l'unione delle predette leggi tirasse di conseguenza una qualche ripugnanza; la Natura messe in non cale le accessorie, alle fondamentali costantemente s'appiglia. Diretta essa da una Sapienza infinita non si lascia guidare nè dall'ignoranza, nè dal capriccio.

prezio, e non ha per costume di sconvolgere da capo a fondo i suoi magisterj, facendo uso in operazioni analoghe di canoni o affatto dissimili, o direttamente contrarj.

IV.

Gioverà illustrarè la dottrina con un esempio. Dura tuttavia, e forse troppo ostinata la contesa fra i Cartesiani, e i Leibniziani intorno la legittima misura delle forze vive dei corpi in moto, cioè a dire se abbia a desumerli dal prodotto della massa nella velocità semplice, o pure nella duplicata. Egli è certo, che i moti in qualunque modo o si generino, o si estinguano, procedono sempre per via d'inassegnabili accrescimenti, o diminuzioni, altramente la Natura camminerebbe di salto, e non passo passo. Per la qual cosa tutti i movimenti traggono l'origine da quelle minime forze, che morte, e continuamente applicate si appellano. Queste secondo il dettame del Galileo confermato dall'esperienza, se si adattano alla fusione del tempo, e alla durata dell'azione istantanea, producono la quantità del moto, onde nasce la formola $fdt = mdu$; ma se accompagnano il mobile per uno spazio minore di qualsivoglia dato, ci danno la massa moltiplicata nel momento della celerità, e conseguentemente un'altra espressione $fds = mndu$. E qui è da notarsi, che le due premesse formole sono talmente congiunte, che vicendevolmente si porgono la mano; conciossiachè essendo notissima proprietà dei moti equabili, che le velocità sono in proporzione composta diretta degli spazi trascorsi, e reciproca dei tempi, in cui si percorrono; se ne deduce una terza equazione $u = \frac{ds}{dt}$; ovvero ndt

$= ds$. Quindi fatta l'opportuna surrogazione, ponendo nella prima in iscambio di dt il suo valore $\frac{ds}{u}$, e nella seconda in vece di ds la grandez-

za equivalente ndt , si scopre, che una passa nell'altra scambievolmente, e che l'una dall'altra necessariamente dipende.

V.

Sulla formola $sdt = mdu$ si fanno forti i seguaci del Cartesio, e del Nevvton, e sulla egualmente vera $fds = mndu$ gli Scolari del Leibnizio: e quantunque la controversia paja a primo aspetto di poca importanza; attesochè ambo le Sette discordano nei principj, e per lo più convengono nelle conclusioni; non ostante ciò il nodo della quistione si restringe a conoscere qu. le delle due assegnate leggi sia la primitiva, e quale la secondaria, ed in conseguenza se piuttosto all'una, che all'altra gli effetti fisici corrispondano. Chi non bada alla intenzione della Natura, ma consulta semplicemente le proprie idee, darà per poco vinca la lite ai Matematici Inglesi, e Francesi. E per dire il vero non possiamo immaginarci formola più

più semplice di quella, per cui la quantità del moto si esprime, siccome composta di due soli elementi massa, e velocità, oltre i quali nulla altra cosa nei corpi animati dal movimento si concepisce. Ma il Geometra TeDESCO alzando la celerità alla seconda dimensione, di tre elementi la forza viva compone, i quali non si fa capire d'onde derivino.

VI.

All'incontro vado io dividendo in pro della sentenza Leibniziana altro non essere finalmente le forze vive, salvo che un aggregato delle morte, che al mobile successivamente si comunicano, ed in esso si conservano. Ora queste impressioni acceleranti, ed in ispezie le centrali anno quantunque variabili una assai stretta, e semplice relazione ai minimi spazj, per cui costantemente sollecitano i corpi, ed una molto più rimota, e composta a i momenti del tempo, nei quali esercitano la loro azione. Per restarne convinti basta l'avvertire, che le forze centrali pigliano la norma dalla lontananza del centro, verso il quale incessabilmente spingono il mobile, e che si aumentano, o si minorano al variarsi della distanza; mercè che il fingerle da per tutto uniformi e costanti è una supposizione matematica, a cui non dà mano la Fisica. Quando dunque io moltiplico l'impulso sollecitante in un sito determinato per la sfusione dello spazio, che ha da percorrerli, mi nasce la nota formola $f ds = m u du$, e non già $f ds = m d u$, la quale come ho di sopra provato, va accompagnata da un manifestissimo assurdo. Per quello poi appartiene ai tempi elementari, che per lo più ci vengono esposti dalle differenze di qualche curva trascendente, e che non rispondono con un rapporto semplice e naturale all'azione delle forze morte, nulla giova il valersi della espressione $f ds = m du$, mentre la forza f sia data in qualunque modo per lo spazio s ; attesochè questa strada non ci condurrà mai ad iscoprire la relazione fra le velocità, gli spazj, ed i tempi medesimi. Bisogna raggirare la cosa per un altro verso, e procedere alla investigazione dei tempi, servendosi d'un metodo indiretto nella seguente maniera. Giacchè $f ds = m u du$, e si ha la forza f data per lo spazio s ; si avrà di conseguenza la velocità u data per lo spazio medesimo. Ma per le cose dette $u = \frac{ds}{dt}$, o sia $dt = \frac{ds}{u}$; dunque integrando si

farà noto egualmente il tempo t per una funzione o dello spazio, o della velocità. Trafuro l'applicazione delle formole generali ai casi in particolare; perchè ne son picni i libri: noto bensì, che avendosi a rintracciare con un modo obbliquo la misura dei tempi, le di cui sfusioni moltiplicate nelle impressioni acceleranti ci somministrano le inassegnabili aumentazioni della quantità del moto, questa non ha punto che fare con quella forza viva ed operante, che s'impiega nel producimento degli effetti, la quale dee computarsi dai prodotti delle forze morte negli elementi dello spazio, e conseguentemente dalle masse moltiplicate nei quadrati delle attuali celerità.

VII.

VII.

Così si può disputare a favore d'ambo le opinioni, ed ai sostenitori dell'una, e dell'altra non mancheranno risposte o vere, o apparenti. Per la qual cosa io giudico, che non si verrà mai a fine della contesa, mentre non si adatti al caso in questione il principio da me proposto; parendomi evidente, che se in tutti gl'incontri la Natura conserva intatta la forza viva calcolata giusta la mente del Leibnizio, ed all'opposto in alcuni non tien salda la quantità del moto, abbiassi ad inferire, che la prima sia legge fondamentale, ed accessoria la seconda. E qui richiamiamo alla memoria l'incontrastabile assioma, per cui si prescrive la tanto necessaria corrispondenza fra le cagioni producenti, e gli effetti prodotti; conciossiachè non so come voglia fonderli un canone d'uniformità, ed una regola generale fra le azioni, e le reazioni sulla quantità del moto, la quale in passando da corpo a corpo si altera secondo le circostanze, ed ora scema, ed ora ricresce talmente, che bene spesso risiede più forza nell'effetto, che nella causa, o al contrario. Questo inconveniente non ci si affaccia, qualunque volta si desuma l'estimazione delle forze vive dalla massa, e dalla velocità duplicata, e perciò la legge scoperta dal Leibnizio, che viene gelosamente custodita dalla Natura, e non ammette eccezione, dee riputarsi siccome primitiva, e le altre tutte averli per secondarie, e di conseguenza. Io confesso, che le due mentovate leggi s'accoppiano frequentemente, e che unite si ravvisano nelle cadute, e negli ascendimenti de' gravi, nelle resistenze, e finalmente nelle compressioni, e restitutioni degli elastici. Da tutto ciò che si debbe inferire? non altro certamente, se non che in parecchie occasioni del canone anco men principale non si dimentica la Natura. Rivolgendo poi da un differente lato le nostre mire, scopriremo, che la quantità del moto, che risiede nella causa piena, per valermi della frase del Leibnizio, non sussiste nell'effetto intiero, e se ne ha la prova dalle forze, che si chiamano composte, o equipollenti, dalle comunicazioni del movimento fra massa e massa, e da molte fisiche operazioni, nelle quali c'entrano i due premessi canoni elementari.

VIII.

Sull'ultimo io mi fermo alquanto, riferbandomi a parlar altrove del primo, e dico, che urtandosi direttamente due corpi, o sieno affatto molli ed inerti, o guarniti d'una perfetta e risentita virtù di molla, o pure stiano di mezzo infra due, come tutti quelli, che sono da noi conosciuti, trattane forse la luce, anno la comune proprietà, che dopo la mutua azione si conserva in essi una quantità o relativa, o assoluta di moto pari alla primitiva, di cui avanti l'urto erano dotati. Vorrei, che il benigno Lettore almeno sulla mia sede non dubitasse della verità del Teorema, e mi tenesse dietro, mentre io ne cavo le conseguenze. Corpo imperfettamente elastico si è quello, che non restituisce tutta la forza, che si spende nell'am-

maccarlo, o per dir meglio nel fargli mutare la sua figura. Tali sono anche i più pronti a rimettersi, come l'avorio, il bronzo, l'acciajo, il vetro; anzi fatti gli esperimenti dal Cavalier Nevvton colla sua solita accuratezza sopra alcune palle di vetro, s'avvide, che queste computata prima la resistenza dell' aere, nel percuotersi l'una contro l'altra perdevano la decima sesta parte della loro forza. Vuole il chiarissimo Autore, che ciò addiven- ga, perchè dopo il colpo rimane in essi una picciola contusione, quasi sotto il martello, conforme egli si esprime, il che si verifica in tutti que' corpi, che fra i duri, ed i molli stanno di mezzo, come nelle varie spezie del legno, e nel ferro non temperato: ma nel vetro non apparisce vestigio alcuno di ammaccatura, e nè pure nelle sfere d'avorio adoperate nel giuoco del Trucco; perchè se in esse ad ogni colpo restasse il segno d'una quanto si voglia lieve contusione, in brevissimo tempo dalla figura sferica passerebbono alla poliedrica.

Io prima di qualunque altro Físico mi sono accorto, che la diminuzione della forza nelle sperienze Nevvtoniane trae l'origine da un principio affatto diverso. Pongasi avvertenza, che la percossa non va mai disgiunta dal suono ora più ottuso e muto, ed ora più robusto e spiritoso, secondo che i corpi più s'accostano o agl'inerti, o agli elastici; e che il suono viene prodotto, e mantenuto dai tremiti, e dalle palpitazioni delle minime fibre, dalle quali la tessitura dei corpi stessi è composta. Il fremito poi delle particelle intestine, e conseguentemente il suono durerebbe perpetuamente, se dovendosi comunicare all'aria, dalla reazione del fluido non rimanesse appoco appoco mortificato, ed estinto. Chi non sa, che per mettere le fibrille in un moto prestissimo d'oscillazione, vi si richiede un determinato grado di forza, e che le molle nell'atto di rimettersi, e di ridursi allo stato naturale non possono restituire al di fuori tutta la forza ad esse partecipata, mentre una qualche porzione in se medesime ne trattengono. Non dee dunque dopo l'urto ritrovarsi nel moto dei corpi, o progressivo, o riflesso la stessa quantità di forza, con cui erano animati prima del colpo, spendendosi una data parte o nell'interno tremore, o nella esterna ammaccatura, o in amendue; altrimenti l'energia dell'effetto vincerebbe di lunga mano quella della propria cagione.

IX.

E se compiuta la comunicazione del movimento, e la vicendevole azione fra i corpi, persevera la medesima quantità di moto o assoluta, o almeno relativa, che in esso loro da principio risiedeva, siano pure le masse di qual natura esser si vogliano, avendone io una precisa dimostrazione; mi fo a dimandare ai dottissimi Avversarj, da che fonte derivi mai quella sorta di forza, che nella contusione, e nella compressione delle parti si consuma? Egli è certo, che una gagliarda percossa, ed anche le picciole replicate introducono in certi misti la virtù della molla, o per lo meno la avvalorano, e ne veggiamo tutto di l'esperienza nei metalli, e specialmente nelle monete d'oro, e d'argento, le quali fortemente battute acquistano sonorità sotto il colpo.

155

colpo. Bisognerà dunque dire per compiacere a' Francesi, ed agli Inglesi, che la menzionata prerogativa consistente nel costipamento, e nella più stretta unione delle minime particelle elementari, per cui si altera l'intera tessitura dei corpi, e si accresce la specifica gravità, si partecipi ai misti, senza spenderci qualsivoglia grado quantunque menomissimo di forza. E pure io so, che per rarefarli, e spogliarli della proprietà d'essere elastici ad essi dalla compressione comunicata, non ci si richiede meno dell'attività violenta del fuoco. Appresso io domando da qual sorgente scaturisca la forza, che mette in oscillazione, ed in tremito le fibre dei corpi sonori, i quali in se medesimi lo mantengono, e nell'aria per lungo tratto spandendolo, il nostro udito feriscono, e producono in noi la sensazione del suono. Indubitatamente la quantità primitiva del moto sta salda, seguita che sia la percossa, quantunque diversamente fra le masse si distribuisca. Aggiungasi la porzione di forza, che nel tremore interno s'impiega, e troveremo l'energia della causa superata da quella dell'effetto. Non so donde cavare il di più, se non se dal fondo del nulla, e così urtando nella ripugnanza, mettere una eccezzuazione al più fermo, ed inalterabile principio, che dia norma alle nostre fisiche cognizioni. Per la qual cosa essendo abbastanza illuminati, che nell'economia delle azioni, e delle reazioni la Natura in parecchi incontri abbandona la pretesa uguaglianza fra le quantità del moto, il canone indi dedotto cogli altri nascenti di conseguenza, dalle leggi fondamentali debbono escludersi, e riponerli nel catalogo delle secondarie.

CAPITOLO DECIMOQUINTO

Proseguimento della stessa materia intorno il principio dell'Uniformità.

L

Raramente mi è occorso di notare negli Scrittori accreditati lo sbagliò, ch'eglino assumano in figura di principale una legge secondaria; non ostante ciò nell'antecedente Capitolo io ne ho recato un illustre esempio. Frequentissimo bensì è l'errore, e quasi farei per dire comune anco agli Uomini di prima sfera, il prendere per accessorie le leggi fondamentali, ed in tal guisa tolto di mezzo il principio dell'Uniformità, smarrirne la traccia del vero, e lasciarsi uscir di mano il filo d'un retto e legittimo discorso. Ogni qual volta il menzionato equivoco ne' nostri divisamenti per poca accuratezza s'insinua, ed in vece d'applicare la legge primaria generalmente, ed in tutta la sua giusta estensione, ad alcuni casi particolari si ristringe, e ad essa limiti troppo angusti si prescrivono; siamo necessitati ad introdurne per lo meno un'altra, e bene spesso molte d'indole affatto diversa cavate fuori dalla miniera inesaurita della fantasia, e totalmente remote dalla ulti-

ruzione della Natura. Così si moltiplicano fuor di proposito le leggi fisiche; si separano in più cori gli effetti simili, e di conseguenza anco le cagioni, e si raccozzano insieme cose disparatissime, che non anno fra loro nè punto, nè poco di confacenza. Così vuolsi, che senza motivo di sorta la Natura salti da principio a principio, e nelle sue fatture si scordi di se stessa, e della sua costanza. Ponghiamo, che in operazioni somigliantissime facciasi uso di artifizj onninamente disparati, e non ci sia una regola primaria, e generale, da cui tutte vengano abbracciate, e dirette: la notizia d'una in particolare non mi somministra nè pure un picciolissimo barlume, per intendere le altre analoghe, ed in tal guisa dopo aver corso una lunga carriera di speculazioni, mi trovo sempre alle mosse. Ed in fatti come posso mai assicurarmi, che la Natura, conforme suol dirsi, non mi muti le carte in mano, ed impieghi nella produzione d'alquantri effetti simili, e del medesimo genere lavori affatto diversi? Chi si discosta dal principio dell'Uniformità non isperi mai di far profitto in Fisica; perchè privi d'un tal criterio, non ci si affacciano se non se dubbierà, ed incertezze, e senza avvedersene militiamo sotto la bandiera de' Settici. L'adottare le leggi primarie in qualità di accessorie è una sorgente, dalla quale fluiscono frequentissimi gli errori, e per restarne convinti basta dare una scorsa alla storia delle opinioni; non essendoci arroffati i Filosofi d'intrudere nella spiegazione dei fenomeni naturali gl'istinti, le simpatie, le antipersisti, e cento altre visioni, che meritano d'esser poste in dimenticanza.

II.

La generazione degli animali è uno di quei stupendi fenomeni, che l'Autore dell'Universo ha consegnato alle disputazioni degli Uomini, lavorando per dir così sotto gli occhi nostri, senza che mai se ne possa comprendere il magisterio. Siamo sempre da capo anche dopo le diligentissime osservazioni del Malpighi sulle uova fecondate, e del Graaf intorno le cerve gravide. L'acutissimo Vallisnieri ha dato fuori nella presente materia un laborioso Trattato, in cui ha detto quanto può dirsi, e dopo varie meditazioni, e dopo lunghe ricerche appoggiate agli sperimenti (esclusi i vermi feti del Levvenochio, i quali secondo lui servono ad altro uso) finalmente si è attenuto alla sentenza degli sviluppi. Io non ho coraggio di frammettere le mie conghietture: so bene, che contro la comune ipotesi pugnano alcune forti difficoltà; e so, che al suo prode Mantentore davano noia le branche dei gamberi, le quali per essere fragilissime, agevolmente si scavazzano: ma la Natura, che nelle cose più necessarie non manca mai, si è presa la cura di farle ripullulare o in tutto, o in parte secondo il bisogno. Tutto il dì veggiamo alcune di queste bestiuole con una gamba grande e compiuta, e colla compagna piccola ed appena spuntata fuori. In altre poi si ravvisa una branca mozza, ch'essendo grossa, e ben formata dalla parte della giuntura, ed all'incontro scarna, ed abbozzata verso l'estremità appoco appoco si rifarcisce, fin a tanto che rimarginata la vecchia scorza colla nascente, le cose allo stato naturale ritornano. E' dif-

E' difficile dar ad intendere, che lungo la gamba stia preparata una serie decrescente d'inviluppi atti a svilupparsi a misura delle occorrenze, e a produrre conforme il sito, in cui succede la frattura, o una branca frattura, o una mezza, o pure d'essa una qualsivoglia porzione: anzi fa d'uopo, che il pezzo riprodotto sia corredato de' suoi inviluppi per quegli accidenti sinistri, che alla giornata posson temersi: le quali cose tutte essendo troppo mirabili, escono fuori dei confini del verisimile.

III.

Non è dunque così lontana dal vero, quanto taluno ha creduto, la sentenza di certi Filosofi, che giudicano nascere l'organico dall'organico, ed oltre i premessi fenomeni, ne fanno conghietture le code delle lucertole, che staccate dal corpo si restituiscono, gl'innesti degli arbori, e le escrescenze morbose negli animali, che sono di senso fornite, ed il nutrimento ricevono. Io prendo piacere di tal sorta di dispute, mentre però vengano con sobrietà maneggiate, ed alla verisimilitudine non si dia il titolo d'evidenza. Servono queste a farci toccar con mano fin dove l'intelletto può giugnere, o per dir meglio fin dove non può mai giugnere. Stiamo frattanto in guardia, che non ci si dileguino anzi gli occhi certe verità massicce e fondamentali, che sono i semi secondi di novelle ed impensate scoperte, le quali un giorno, o l'altro usciranno forse alla luce; perchè il vero non germoglia se non se dal vero. Dopo la morte del lodato Sig. Valisnieri è comparso uno stupendo inaspettato fenomeno scoperto prima in Inghilterra, e poscia verificato in Padova, in Bologna, ed altrove. Ci sono certi infetti, i quali tagliati in più pezzi traverso si restituiscono belli ed interi, di modo che ogni particella staccata, e divisa in nodi diventa un compiuto vermicello. La testa separata dal busto riproduce la pancia, e la coda: il ventre si stende per un verso a formare il capo, e la coda per l'altro: e la coda stessa allungandosi dalle parti anteriori rimette la pancia, e la testa. Con una sorta di straordinaria generazione si propaga la specie: avvegna che da un solo animaletto molti se ne veggono a nascere: e pare, che queste bestiuole abbiano una stretta analogia cogli arbori, da quali staccata una verga, e fitta in terra mette essa radici, e rami, ed in una novella pianta germoglia. Bisogna dunque confessare, che in varie maniere si generino i viventi, e che sia legge fondamentale, e primaria della Natura, circonscritta però da regole stabili, che l'organico pulluli dall'organico. Per anco non si è veduto a spuntare un animale da materia estranea, e l'esempio addotto ci documenta, che per quanto sia mirabile la foggia di conservare in vita i menzionati infetti, e di moltiplicarli, appartengono tutta via a quella unica specie, dalla quale traggono l'origine.

IV.

IV.

Ritorno in sentiero, e dico essere ai nostri tempi cosa chiara, e per mille sperienze già comprovata, che gli animali tutti o piccoli, o grandi, o più, o manco perfetti nascon dalle uova almeno per la via ordinaria. Stanno queste nell'ovaja appese ai loro grappoli, e pervenute alla debita maturità si staccano, indi discendendo per l'ovidutto o escono fuori all'aperto, o si trattengon nell'utero. Nulla però si fa, se non ci concorre l'aura spiritosa e possente del seme maschile, che le secondi e non solamente metta in moto i primi stami pigri e torpentissimi; ma di più li disponga, gli alteri, e li modifichi: siccome se ne ha una prova bastante in quella sorta di bruti, che chiamansi bastardi, nè quali si accoppiano due differenti specie insieme miste e confuse. Qualmente poi nell'uovo incubato il feto si vada passo passo organizzando, e quali parti più tosto, o più tardi si manifestino, fin a tanto che il tutto si riduca alla intera sua perfezione, rimetto il Lettore alle diligentissime osservazioni degli Scrittori dianzi allegati.

Nel gran lavoro della propagazione dei viventi s'adopera la Natura con un'ammirabile varietà. Le uova o si fecondano nell'alvo materno come nella maggior parte degli animali, o pure fuori ed all'aperto, come in molte specie di pesci, animandole il maschio, mentre sono già state dalla femmina partorite ed abbandonate. I Quadrupedi le covan nell'utero, o nel nido a tal uso fabbricato gli uccelli. Gl'insetti poi al caldo della stagione, acciocchè a suo tempo si schiudano, le raccomandano, collocandole in siti appropriati, ed in vicinanza a quella sorta di cibo, che ai teneri parti dee servir d'alimento. Così fanno parimente i serpenti, eccettuati alcuni pochi, che son vivipari. Per ultimo si aggiungano gli animali ermafroditi privi di moto progressivo, e tale si è l'ostrea, e la bruma delle navi, che in se stessi ambo i sessi contengono, e dei loro feti sono del pari e padri, e madri.

Chi sapesse indovinare i motivi arcani di tanti differenti modi d'operare, che sembrano quasi direi giuochi della Natura, e pure sono imperscrutabili artifizi d'una Sapienza infinita, ben avrebbe onde stupirsi in veggendo, che alla diversa simmetria dei viventi, ed alla struttura particolare dei loro organi corrisponde la più facile, e spedita maniera di propagare la specie. In tal verità di cose però signoreggia una legge, che se non è primaria, e fondamentale, è però, trattone qualche caso straordinario di rado usato dalla Natura, generalissima, e riunisce in un solo i canoni secondari, e questa si è, che se l'uovo formato nell'ovaja femminile, ed a maturanza ridotto non viene opportunamente dal maschio seme attuato, non si compie mai la grand'opera della generazione. Chi si lascia deludere dalle prime apparenze, e la nostra legge applica soltanto a que' casi, in cui la nascita degli animali a i sensi soggiace, e per difetto di osservazioni da finissimi microscopi ajutate non sa capire, donde e come tragga l'origine la vil plebe delle innumerabili besticciuole, che per tutto allignano; farà di me-

meftieri, ch'egli fi appigli a qualche ftavagante partito. Se poi prefta fede per foverchia credulità a mille favolette, che imbrattano la ftoria della Natura, e buoamente è perfuafio, che dalle carni corrotte pullulino i vermini, che da cadaveri de' cavalli, de' buoi, e degli uomini nafcano le vefpe, le pecchie, ed i serpenti, che le rane faltino fuori iftantemente dalla polve inaffiata dalla pioggia eftiva, e che ceffate le inondazioni del Nilo, fi generi un popolo di animali, in cui

Vive una parte, e l'altra è rozzo fango;

farà egli neceffitato a produrre una ipotefi di nuova ftampa, ovvero ad attenerfi o alla ftupenda virtù delle anime fenfitive de' viventi, che fi abitano a produrre altri viventi di genere affatto diverfo, o alla luce plaftica, in cui riflegga una forza generatrice, o finalmente alla decrepita e benemerita putredine: tutte e tre fentenze già pubblicate. Le due prime coi loro Autori, de' quali io taccio il nome, fono già eftinte e fepolte, e l'ultima fen va di giorno in giorno morendo.

V.

Qui non ifcorgendofi veftigio alcuno di analogia va irrimediabilmente a terra il principio dell'uniformità; attesochè le immaginazioni efpofto non anno punto che fare nè tra loro, nè col modo ufato, per cui gli animali fono intefi a perpetuarsi nella propria fpezie. Ammefse le generazioni equivoche, egli è impoffibile lo ftabilire un Canone primario e generale, che fotto di fe le comprenda, e pure la Natura, ftarei per dire, fi piglia il pensiero di ammonirci della fua coftanza, e del noftro inganno. E vaglia il vero i generi dei viventi non favolofi (effendofi non fo come infinuate in Fifica le bizzarrie de' Poeti) conofciuti dall'antichità a giorni noftri fuffiftono, nè fi è veduto mai perire una vecchia fpezie, nè procrearfene una novella. Ogni qual volta la luce foffe capace di virtù generativa, modificata però dalla varietà delle materie, che come tante diverfe matrici in fe l'azione riccvono; ovvero lo fteffo privilegio alla mifteriofa putredine fi attribuiiffe (mentre fra le due ipotefi ci corre poco divario; mercecchè fenza la forza del lume, e del calore folare i corpi inerti non fermentano, nè fi corrompono) pare a me, che per un verfo corripfpondendo le differenti fermentazioni agl' innumerabili combinamenti dei mifti affatto difsimili e per la qualità, e per le dofe, e per la moltitudine degl'ingredienti; tutto di avrebbe a fpuntar fuori qualche ftрана forma di befte al Mondo non mai comparsa. Dall'altro canto richiedendofi indifpenfabilmente, per formar gli animali macchine di lavoro imperfcutabile, e corredate di fenfi e di appetiti, un aggregamento di circonftanze e di condizioni, mancando ciafcuna delle quali fi guafta l'opera; la produzione d'un vivente per via della putrefcenza, quand' anche la cofa s'accetti come poffibile, faria taluno di que' rariffimi fenomeni, che appena fa mofta di fe nel giro di molti fecoli. Io non ceffo di ftupirmi, qualmente Filofofi dotti e più fenza penfare più oltre

ab-

abbiano messe l'armè in mano agli Epicurei: e laddove il procreamento degli animali quell'empia setta di falsità palefemente convince; con ripudiare il principio della uniformità, e coll'introdurre la luce, e la putrefazione plastica abbiano fatto di tutto per corroborarla. E ben ha saputo Lucrezio dagli altrui sbagli coglier vantaggio:

..... Dalla nuova Terra erbe, e virgulti
 Sorsero in prima, e poi create in varie
 Guise fur d'Animali Spezie diverse. . . .
 sol resta,
 Che la Terra a ragion Madre del Tutto
 Chiamata sia; poichè di Terra il Tutto
 Nacque, e non pochi ancor sono i viventi,
 Che dall'umide piaggie, e dal vapore
 Caldo de'rai del Sol nascono in Terra.
 Stupor dunque non è, se in maggior numero
 Nacquero, e via più grandi allor, che nuova
 Era la Terra, ed era l'Etra adulta.

VI.

Spesse fiate la Natura ci si nasconde, ed opera con tal segretezza, ch'ò gli occhi nostri, quantunque armati di acutissime lenti per iscoprirne il lavoro, sono ancora di corta vista. Bisogna per tanto coglierla sul fatto, quando cioè da lei i suoi artifizj alquanto più palefemente s'impiegano, per farfi poscia strada ad isvelare i suoi più reconditi arcani, procurando, ch'ella ci serva d'interprete e di maestra, e c'insegni, che occultandosi, o manifestandosi, osserva immutabilmente i suoi canoni fondamentali. Crediamo noi, che se il celebre Turnefort avesse badato al principio dell'uniformità, si sarebbe indotto a raccogliere nella sua Decima sesta classe tutte le piante, che secondo lui non an fiore, e nella seguente quelle, che mancano di fiore, e di seme? Ma il nostro Micheli nelle prime ci ha mostrati a dito i fiori, e nelle seconde anco i semi, facendoci vedere, che non ne son privi i licheni, i muschi, i funghi, i tartuffi, e per sino la muffa. Conseguentemente io reputo ambigua l'opinione d'alcuni, che fanno nascere i funghi da un sugo filtrato per i canaletti d'un qualche organico guasto o corrotto, o sia pianta, o un intralciamento d'erbe, o di radici, dal qual sugo, che si condensa, e si spande, vuolsi, che le escrescenze fungiformi germoglino. Oltrechè si è detto, che dall'organico si produce l'organico, pare, che qualche sperimento confermi tale sentenza; essendosi veduti dei funghi di genere non conosciuto spuntare dalle meningi d'un uomo macerate nello spirito di vino. Si dee procedere con somma cautela, qualunque volta si tratta di mettere qualche eccezione alle regole generali della Natura: conciossiachè se negli Animali, e nelle piante maggiori, le quali alla vista nostra non si sottraggono, si osserva tutto di, che l'organico crea l'organico; è cosa chiara, che sebbene nei minutissimi entomi il modo della loro ge-

ne-

herazione sotto il senso non cade, e nell'erbe menomissime si celano i semi invisibili sotto forme inusitate; non pertanto abbiamo fermamente a credere, che per le maniere consuete, e non altrimenti si propaghino. Ed in vero se diversamente andasse la faccenda, converrebbe dire, che due magisteri vengano posti in uso dalla Natura, e quello che più rileva, ambo in relazione ai sensi degli uomini, cioè uno per le cose, che rispetto la grandezza rispondono a noi con una proporzione vicina, e l'altro per quelle, che ci riguardano con una proporzione lontana. In ordine a ciò i nostri sensi farebbono la giusta misura delle naturali operazioni, che dalla limitazione d'essi avrebbero a prender norma, onde la generazione dei viventi seguitasse una legge, mentre agli occhi nostri è sottoposta, ed un'altra totalmente diversa, quando gli oggetti per la lor picciolezza ci si tolgon di vista: stravaganza per cui si presume d'obbligar la Natura a diriggere la sua azione, non già conforme richiede il subbietto, ma piuttosto giusta la disposizione di colui, che lo guarda, e contempla.

VII.

La materia è tanto importante, che mal non si spenderebbe il tempo, e la fatica in dilucidarla con altri esempli. E qui caderebbe in acconcio la famosa controversia intorno l'origine delle fontane, su cui forse più del bisogno si è piatito ultimamente in Italia, essendosene preso il motivo da una Lezione Accademica del Sig. Vallisnieri corredata di bellissime Annotazioni: ed io sono stato a parte della disputa, ed ho messe fuori alquanto considerazioni anonime in difesa dell'Amico, e poco tempo dopo una lunga lettera in risposta ad alcune difficoltà promosse dai Compilatori degli Atti di Lipsia. Dio volesse, che tutte le quistioni fisiche potessero maneggiarsi con pari franchezza, ed io compatisco di buona voglia i Filosofi dei tempi andati, se privi d'alcune notizie necessarie per discernere la verità, si abbiano lasciato sedurre dalle apparenze. Da che gli esperimenti istituiti in molte provincie ci anno alla fine convinti, che in ogni paese le acque cadenti dal cielo in piogge, in nevi, ed in guazze sono più che bastanti a nodrire le forgive, le polle sotterranee, ed i fiumi, e ad annaffiare il gran popolo dell'erbe, e degli alberi; da che sappiamo esserci nei monti e vascche, e strati disposti a far conserva d'acque, e ad accompagnarle sino ai capi delle scaturigini; ed appresso, che nelle pianure si rinvencono e ghiaie, e terre bibaci atte ad assorbire le piogge, e a farle trapelare per uso dei pozzi; la cosa è ridotta a tale, che il metterla in dubbio debbisi ascrivere ad ostinazione. Ben ne furono certi que' primi antichissimi Fisici rapportati da Aristotele, che più pienamente si diedero a filosofare al rovescio dei lor successori, i quali per soverchio raffinamento dalla più vera e semplice opinione si dilungarono. Nè di diverso parere furono per testimonianza di Vitruvio gl' Investigatori delle vene occulte, nè lo sono presentemente quegli, a i quali la cura dei giuochi d'acque è commessa. Istruiti costoro dalla Natura d'una Fisica popolare fanno, che dopo le piogge s'impinguano le sorgenti, e molto più nello squagliarsi delle nevi; che s'impoveriscono nelle

fecità, e tanto maggiormente, quanto queste persistono più contumaci; e che sono altresì sterili nell'inverno, mentre la terra è agghiacciata, e le montagne di neve indurita coperte.

VIII.

A che pro dunque alla circolazione dell'acque, che siasi visibilmente per l'aere, aggiungerci l'altra per mezzo di condotti ciechi, e sotterranei? ipotesi, che si oppone al principio della uniformità, ch'essendo soggetta ad insuperabili obiezioni, mal regge alla spiegazione dei fenomeni. Non c'è al giorno d'oggi chi porga orecchio allo Stagirita, da cui si è introdotta la trmutazione degli Elementi, e si è preteso, che in acqua si converta l'aere coltupato dal freddo delle caverne montane. Ugualmente screditati sono i lambicchi del Cartesio. Stima egli, che spandendosi le acque del mare sotto la Terra ferma, e penetrando sino alle radici dei monti, ivi dal calor centrale vengano sollevate in vapori, e del sale, e del bitume spogliate: indi salendo per le cavità a tal uso intagliate dalla Natura nelle viscere delle Montagne, ed urtando nei freddi coperchi delle rupi fabbricati a guisa di cupole, si condensino in piccole stille, le quali unite insieme s'isciano, e per li forami a bello studio aperti sgorgino perpetuamente in fonti, e in ruscelli. Quand'anche le premesse supposizioni alla buona si ammettessero, bramerei sapere, se in tempo di ostinatissime aridità il mare richiama a se le sue acque, o se il fuoco centrale si spegne, o pure se gl'ingegnosi lambicchi si guastano; perchè altrimenti non arrivo a capire, qualmente nell'addotta circostanza le sorgenti si riducono ad un sievole stillicidio, e qualche volta si seccano.

Più plausibile a primo aspetto si è la sentenza del chiarissimo Sig. Giovanni Bernoulli appoggiata all'equilibrio dei fluidi. L'acqua salza del mare supera in gravità specifica la dolce, che scaturisce dalle polle, e dalle sorgenti. Se la salmastra internandosi nelle viscere della Terra lascia addietro le particelle saline, ed in insipida si tramuta, per la dottrina Idrostatica dei vasi comunicanti sopra il pelo del Mare necessariamente si estolle. Quindi sbucando all'aperto per il declive dei monti, e delle pianure spinta dal proprio peso al mare, ond'era uscita, per altra strada se ne ritorna. A questa spiegazione, che mal si accorda colle apparenze, fanno contrasto le medesime obiezioni, che militano contro la Cartesiana. Oltrechè fa di mestieri dar passata ad alcuni postulati, i quali ripugnando al buon senso non si vogliono certamente concedere. Richiede la piccola differenza tra le suddette specifiche gravità, che quand'anco ci fosse un libero commercio fra il mare, ed i canali, che portano le acque raddolcite sino quasi ai vertici dei monti più sublimi, per alzarli queste due miglia in circa sopra il livello del mare stesso, ci sieno nel letto della gran conca marina dei tratti vastissimi oltre le cento miglia profondi: il che non ci verrà menato buono nè dai Piloti, nè dai Geografi, che ci assicurano trovarsi pochi foci, nei quali lo scandaglio si renda inutile. Di più si dimanda, che le acque salate in penetrando la Terra, ed in serpendo per meati angusti e tortuosi, ovvero

espandendosi per ghiaje, e per sabbie depongano tutta la falsuggine assieme così l'amarrezza contratta dal bitume in esse disciolto. E quello ch'è più malagevole a crederci, si pretende, che non ostante i minimi pori, per i quali sono strette a filtrarsi stentatamente, portino elleno tutto il peso delle sopra incumbenti, onde sagliano con prontezza a grandi altezze, e scaturiscano con polso, e lena, come se gl'intoppi, ed i fregamenti incontrati per istrada nè punto, nè poco scemassero l'energia della pressione, e quasi che fra i mari, e le montagne ci fosse un'aperta comunicazione. Col dipartirsi dalle leggi principali intese dalla Natura, e col furrogarne di quelle inventate dagli uomini, si fa, che per ispiegare un fenomeno parecchi altri se ne distruggano, ed escano in campo le sconvenevolezza, e le ripugnanze.

IX.

Per non omettere cos' alcuna, che al principio della Uniformità appartenga, egli è manifesto, che qualunque effetto alle regole primitive della Natura, e nei casi più composti al loro accoppiamento soggiace. Accade frattanto assai frequentemente, che l'intelletto umano celere ne' suoi divisamenti, ed oltre modo impaziente, a fine d'agevolarsi la cognizione degli obbietti, i quali di tempo in tempo a lui si parano innanzi, procuri per quanto può di ridurre le proprie idee all'unità, e specialmente in quegli incontri, in cui non è così facile il discernere la varietà. Così veste egli la persona di Legislatore, ed alla giornata nuove leggi promulgando, ed in processo o legittimandole, o limitandole, o correggendole, finge l'uniformità dove non è, e dove non ci può essere.

Un corpo solido spinto da principio con una data velocità, che si apre la strada a traverso d'un mezzo fluido, perde passo passo il suo impeto, e finalmente si riduce allo stato di perfetta quiete. Non ci vuol molto a capire, che lo scemamento, e l'estinzione del moto prende norma dai canoni generali, per cui la forza fa passaggio da massa a massa; conciossiachè partecipandosi appoco appoco al fluido tutta l'energia, che risiedeva nel solido, fa di mestieri, che questo effetto seguiti le regole delle comunicazioni dei moti o fra i corpi molli, o fra gli elastici, secondo l'indole del liquido, che ne riceve l'impressione. Ora i Geometri nulla badando alla premessa avvertenza, si sono ingegnati di stabilire certe leggi arbitrarie, nè dimostrate, nè dimostrabili, che non anno fondamento di sorta, se non se forse una spezie di convenienza, o di semplicità. Chi tenendo prima conto di ciò, che ci può essere di costante nella resistenza, la misura poscia o dalla celerità semplice del solido, come il Vallis, o dalla duplicata, come l'Ughenio. Il Nevvton unisce amendue gli ostacoli, e nell'ultima edizione de' suoi Principj ci aggiunge una quantità determinata, onde la reazione del fluido si esprima per il trinomio $a + bu + cu^2$; perchè nelle resistenze anno a considerarsi tre elementi, cioè a dire l'inertia del liquido, la sua tenacità, ed appresso il fregamento. A sì fatte ipotesi attaccano i computi analitici, e sebbene le conseguenze indi dedotte ripugnano aile osservazioni; anno creduto bene di usare una profonda dissimulazione. L'esperienza ci

ammonisce, che la massa solida, la quale per il mezzo fluido cammina, resti priva di tutto il suo moto in tempo finito dopo avere scorso uno spazio finito: ma nelle asunte supposizioni, perchè cessi affatto il movimento ci si richiede, che sia infinito o il tempo, o lo spazio, ovvero è l'uno, e l'altro; dunque anno esse necessariamente a rigettarsi, quando non si voglia ai sensi negar credenza, e quand'anche i tempi, e gli spazj infiniti trasportati dalla Geometria alla Fisica si prendano per lunghissimi.

X.

S'io non erro, parmi che siano caduti nella medesima equivocazione tutti gli Scrittori, che sin ora delle resistenze an fatto parola. Tutti niuno eccettuato, quantunque differenti d'opinione, si sono lasciati concordemente ingannare da una tacita supposizione, che una stessa stessissima legge di resistenza domini nell'intero corso del movimento, il che secondo le più accurate sperienze è falsissimo. Il corpo duro nel primo istante si fa strada per il mezzo liquido supposto in quiete, ma nel progresso le cose ci si mutano in mano; attesochè quanto più il solido perde di moto, tanto più il fluido ne acquista. Una porzione di questo viene spinta avanti giusta la direzione del solido, ed un'altra parte, per riempire il sito lasciato vano, torna indietro ad urtar il corpo, che tuttavia si va avanzando. Le due forze direttamente contrarie debbono alla fine equilibrarsi; per la qual cosa qualunque si finga la legge delle resistenze, il solido ha da ridursi allo stato di riposo. Ben è vero, che agitato il fluido da un moto misto di retto, di curvilinco, e di ondeggiante, e variate di tempo in tempo le circostanze, egli è d'uopo, che le regole delle resistenze si diversifichino, e che nel principio una se ne adoperi dalla Natura, la quale non sussiste nel proseguimento, e dà luogo ad altre molte, le quali, se mal non mi appongo, a cagione della unione, e della meschianza di parecchi elementi, non consentono, che si possa loro applicare l'industria de' nostri computi. Veggansi gli sperimenti registrati dal Cavalier Isacco Nevvton nel secondo libro de' suoi Principj intorno le resistenze, che soffrono i pendoli oscillanti nell'aria.

CAPITOLO DECIMOSESTO.

Della Probabilità.

I.

MI si apre un vasto campo, avendo io a ragionare della probabilità: principio, che ammette una sterminata estensione, e che va accompagnato bene spesso da una nociva fecondità. Regola esso per la maggior parte i pensamenti, e le azioni degli uomini: dà norma alle arti tutte, e specialmente alle conghietture, come la Politica, la Giurisprudenza, la
Mi-

Militare, la Nautica, la Medicina, e ad altre parecchie: domina non solo nelle scienze umane, ma frequentemente s'infinua nelle divine. Appreso il probabile, o vogliam dire il verisimile (avvegnachè il divario fra queste due idee quasi identiche, e fra questi due vocabili quasi sinonimi è tanto sottile, che per comprenderlo fa di mestieri entrare nella giurisdizione della Rettorica, e della Poetica) ci guida del pari al vero, ed al falso, e di rado interviene, che si sgombri dalla nostra mente ogni nebbia d'ambiguità. La verosimiglianza non va mai disgiunta dal dubbio, e per quanto si sforzi l'intelletto di dar polso, e lena a ragioni soltanto probabili, non resta mai interamente pago, se non gli vien fatto di afferrare la verità.

Se ci fusse per buona sorte concesso di veder chiaro in ogn'incontro, ed in qualunque materia, quanto viverebbono gli Uomini più concordi, e conseguentemente più felici: sebbene l'amor proprio avvalorato dall'interesse, e dalle passioni fa sì, che spesso siate si ripugni alla verità conosciuta, non che alle opinioni più probabili, sulle quali si trova da piatir sempre, e da contraddire. Alle volte il vero è un obbietto odioso, che ci conturba, e sveglia in noi delle noiose affezioni; perchè si vorrebbe a tutto costo dar ad intendere, che milita per noi la ragione, quantunque siamo dalla parte del torto. Interviene massime nel fervore delle contese, che tal uno metta fuori una sua specolazione, e talmente s'invaghisca del suo partito, per altro vizioso, e deforme, che non ceda ad una esperienza palpabile addotta in contrario, o ad una dimostrazion rigorosa. Le opposizioni in leggono con prevenzione, e con disprezzo, e quasi che coll'inciampare in qualche errore si discapitasse nella filosofica riputazione, si litiga sopra ogni punto, si gavilla ad ogni passo, e si mettono a campo quelle sievoli, e meschine probabilità, le quali ad altro non servono, se non se a mostrare in faccia del mondo, che non ci diamo per vinti, e a poter dire, che si è risposto.

La mente umana, che va riposta fra le sostanze, che fanno d'essere, è talmente limitata, che sempre non può colpire nel vero. Per la qual cosa nelle quistioni, in cui o ci sono ignoti i principi, o mancano della debita evidenza, e sono oltremodo lunghe, ed imbrogliate le deduzioni; fa spessissimo di mestieri appigliarci alla probabilità, ch'è un ombra, ed un'apparenza del vero. Ne si creda, che tal maniera di ragionare per via di verosimiglianza sia meno laboriosa dell'altra, per cui si va in traccia della verità; avvegnachè bene spesso una strada sola, e regia ci guida al vero, e se molte siate ci si presentano parecchi sentieri o più lunghi, o più intralciati, tutti però vanno a terminare alla stessa meta: laddove quante sono le teste degli Uomini, altrettante, e frequentemente o disperate, o contrarie, sono le vie del probabile, le quali in vece di congiugnerli, maggiormente li separano, e mettono capo ne' dispareri, e nelle contraddizioni.

II.

Abbiassi a maneggiare un negozio importante, e perplesso accompagnato da poco lume, e da molto bujo, in cui c'entrino parecchie circostanze, le quali ci stanno anzi gli occhi o favorevoli, o pregiudiziali, ed altre, che da lontano si prevedono, oltre quelle, che per viaggio fuori d'ogni aspettazione s'incontrano; il nostro intelletto al premuroso affare assiduamente applicato, e gli Amici più periti nelle vicende del mondo chiamati a consulta ci suggeriscono alquanti partiti differenti, e forse opposti, fra' quali per iscegliere il migliore, ed il più confacente, si debbe porre ogni studio. Dopo averli ben concepiti, e ben penetrati, onde non nascano equivocazioni, che sono pur troppo frequenti, bisogna prenderli per mano ad uno ad uno, e farsi accuratamente ad esaminarli, non trascurando qualsivisa minuta particolarità, e sopra tutto trattenendosi di proposito in ciò, che giova, ed in ciò, che nuoce. Appresso i ripieghi proposti vogliono riporsi sulla bilancia della ragione, indi previa una rigorosa discussione, deesi osservare da qual parte il momento dei motivi preponderi. Per ultimo si viene alla elezione, che non va mai disgiunta dalla perplessità; conciossiachè ci resta in mente il sospetto, che i nostri raziocinj siano o falsi, o mancanti, e che siaci un non so che di oscuro, e di nascosto, onde per isvelarlo più agio, e più tempo ci si richieda.

Torniamo dunque da capo: ed il bello si è, che oggi si ripudia ciò, che jeri si è approvato, o ci comportiamo tutto al rovescio, e lunga stagione durerebbe l'incertezza, se l'interesse, la speranza, e tal fiata la necessità non ci altrignessero ad operare, messa in non calere l'ambiguità, ed il timore, che d'ogn' intorno c'ingombrano. Alcuni celeri ne' loro divisamenti, e caldi di fantasia sono spinti da una naturale impazienza a qualunque ardua intrapresa, e spesso fiate con fortunata riuscita: altri poi oltre modo cauti, e guardinghi, che sentono il peso delle difficoltà, non si arrischiavano di deliberare così di leggieri, benchè la irresoluzione torni in loro discapito. Queglino peccano nell'eccesso, e questi nel difetto; e perciò conviene battere una strada di mezzo, e dilungarsi giudiziosamente dall'uno, e dall'altro estremo. Ho veduto certi dirigersi a capriccio, e contro l'universale opinione conseguire l'intento, e molti cadere dall'aspettazione quantunque coi dettami della più fina prudenza si regolassero: e pure è pregiudizio quasi universale il misurare la buona, o rea condotta dall'esito. Ma ciò non basta: quante volte a mezza strada, o sul fine del cammino ci si affacciano delle novelle circostanze, che tirano seco gravissima perplessità. In tali casi egli è d'uopo voltare ad altro vento le vele, e solcare altri mari, ed esporli ad altre burrasche, per giugnere al porto felice-
mente.

III.

III.

Suole ai nostri giorni agitarfi con calore una celebre quistione: Se in qualsivoglia incontro siamo tenuti a pigliare per norma unica de' nostri pareri, e delle nostre azioni la maggior probabilità, rigettando la minore, che mal colla vera prudenza si accorda. Io per isfuggire le brighe, che separano in fazioni le scuole più rinomate, lasso il problema indeciso, e ci faccio sopra alcune avvertenze, che vengono a festa del mio soggetto.

In Natura c'è certamente il vero, e nel mio intelletto il vero, ed il falso; in quanto cioè le mie proposizioni serbano conformità cogli obbietti, o da essi discordano. Oltre i misterj rivelati, che da me profondamente si adorano, evidentissimi sono i primi principj, che la Metafisica ci somministra, le dimostrazioni geometriche, ed analitiche, e le spiegazioni di parecchi fenomeni fisici derivate dagli assiomi fondamentali, dalle leggi conosciute della Natura, e dagli esperimenti ben avverati. Una pari certezza attribuisco alle massime originali dell' Etica, ed a quelle, che regolano l' umana società, le quali contemplate dall' intelletto fanno figura di verità primigenie, e trasportate all' azione si chiamano onestà, e giustizia. Ma come si faccia transito dal vero al verosimile estendendo, e combinando l' idee primitive, è molto malagevole inchiesta. Quanto più avanziamo cammino, tanto più fiavole è il lume, che ci rischiara; attalchè in progresso al vero sottentra il probabile. C'è poi un' altra sorta di vero, ch' io chiamerò ipotetico; perchè sebbene la cosa senza repugnanza può stare diversamente, pure si vuole, che stia così, o per autorità dei Legislatori, o per la costanza de' giudizj, o per il comun consenso de' popoli. Queste verità, che si possono anco appellare arbitrarie, da per tutto non an luogo, e basta dar un' occhiata alle varie leggi, ed ai diversi costumi delle nazioni antiche, e moderne. Dipendono esse dall' accoppiamento, e dall' ampliazione delle idee primigemie, ed originali, ed è una maraviglia, qualmente sopra cotali concepimenti eserciti la sua giurisdizione il Probabilissimo.

IV.

In questo mentre poste da canto si fatte ideali nozioni, che dalle menti umane si formano, e le quali per poco che s'imbrogolino, e si complicano, sono una miniera inesaurita di controversie, e se ne ha la prova nelle ostinate discrepanze de' Giureconsulti, de' Politici, e de' Teologi; mi ristringo a far parola della sola probabilità, che domina nelle Scienze, e specialmente nella Fisica. Dico per tanto, che non dobbiam lasciarci condurre dall' apparenza del vero, e che sarà sempre migliore partito sospendere il proprio giudizio, piuttosto ch' esporci al rischio d' errare. Le verosimiglianze addotte a larga mano dai Filosofi secondo me compongono la storia delle opinioni degli Uomini, ed il romanzo de' lor pensamenti. E' bene il saperle, ma non si dee loro dare più riputazione di quello, che meritano: se non se forse taluna d' esse mutasse stato, e di verisimile in vera si tras-

trasformasse. Sin ora delle mille appena una se ne ravvisa dotata di tal privilegio, e tutto di si scoprono moltissime verità nuove, senza che si vegga abilitata ad esser vera una probabilità antica. Conchiudo, ch' io non condanno il servirsi ne' fisici investigamenti d'una qualche congettura, e d'una qualche non ripugnanza, ma parcamente, e colla debita circospezione, non ispacciandola per più di quello che vale, pronti in ogni evento a mutar parere; avvegnachè la docilità è il più bel pregio d'un ingenuo Filosofo.

Mi si dirà, che la cupa oscurità delle cose naturali ci obbliga ad appagarci del probabile: altrimenti da confini angustissimi sarebbe circoscritta la Fisica, ed in poche pagine si epilogherebbe la scienza degli Uomini. Rispondo, ch'io non leggo registrato sul volume della Natura il probabile, ma che sta soltanto scritto su' nostri libri, ed impresso nelle nostre menti. Che sorta dunque di scienza diventa la Fisica, se distratti noi dalla contemplazione della Natura unico obbietto delle nostre laboriose ricerche, ci chiamiamo paghi delle sole umane immaginazioni? Guardiamci sopra tutto, che una disciplina sì nobile, la quale ci manifesta in qualche piccola parte il maravigliosoonnipotente artificio del Facitore dell'Universo, in vece di muovere nuovi passi, non torni indietro, ed abbiain sempre a mente la massima del Galileo, che quanto più la Fisica farà perfetta, tanto meno verità insegnerà: ed io aggiungo, che messe in non cale le sentenze probabili, tanto manco sarà soggetta agli errori.

V.

Si ripiglierà, che ripudiate certe tenui verosimiglianze, che portano con seco indizjchiar di falsità, dobbiamo attenerci alle opinioni più sane, che molto da vicino al vero si accostano. Io per me credo, che ogni filosofo di buon senno in tal maniera si adoperi, e si persuada d'avere dal suo canto delle ragioni plausibili. Da qual sorgente dunque scaturiscono le controversie, e le dissensioni? Alla giornata escono alla luce novelle specolazioni, semi di contumaci contrasti, le quali s'impugnano, e si difendono sovente con soverchia acrimonia, e con poca onestà. Chieggió qual profitto, qual incremento apportino alle scienze cotale letterarj litigi, atti piuttosto a distruggerle, che ad ampliarle? Il disordine nasce dall'essere molto difficilissima impresa il colpire nello scopo del più probabile; conciossiachè ci mancano i criterj stabili, e fermi per discernere con sicurezza i gradi della probabilità. In fatti un argomento fa nella mente di tal uno una gagliarda impressione, che dagli altri si stima debole, ed inconcludente: segno manifesto, che il più probabile non ci persuade in quanto sia tale realmente; ma perchè siccome tale soltanto in apparenza dal nostro intelletto vien ricevuto. E per restarne pienamente convinti si ristretta, che un numero grande di opinioni ai tempi de' nostri maggiori erano tenute universalmente siccome probabilissime, le quali ai nostri giorni passano per onninamente screditate. Dove è andata a finire la reputazione de' dogmi Aristotelici, e che conto fanno oggidì delle ipotesi Cartesiane, che nel secolo passato

avevano invasa tutta l'Europa? Auguro miglior fortuna ai sistemi presentemente dominanti: ma perchè non escono essi dalla linea della probabilità, nè sono dimostrati, nè forse dimostrabili; non so predire qual trattamento riceveranno dai posteri.

VI.

Soggiungo, che il vero è unico, ma non così il probabile; mercecchè allo stesso stesissimo fenomeno fisico molte spiegazioni si adattano, e succedono alle vecchie le più recenti; di modo che per lo meno tante sono, quanti i sistemi, o quanti i diversi concepimenti degli uomini, giusto il vecchio adagio: quante sono le menti, altrettanti sono i pareri. Una sola posizione verosimile colla vera si dà mano, e forse nessuna; attesochè tutte le fin ora proposte, e quelle, che in avvenire si proporranno ponno egualmente col falso accoppiarsi. Come posso dunque io ragionevolmente promettermi, che il vero sconosciuto, di cui non ho prova evidente, mi si affacci sotto l'aspetto di probabile, e che io cavi, per così esprimermi, un terno al lotto di Genova? Senza fallo la stessa probabilità nol consente, e sarà sempre più probabile, che col falso la mia ipotesi si congiunga, ed una volta, o l'altra col corso del tempo, e colle replicate meditazioni venga a scoprirsi l'inganno, che sotto il velo della probabilità non può guari starsi nascosto.

VII.

Appresso il vero è sempiterno, invariabile, ed assoluto: vice versa il verosimile è temporaneo, mutabile, e relativo. La Natura inesorabile, che non tien conto delle probabilità, nelle sue operazioni non muta stile, nè si piglia cura, qualmente gli Uomini seco loro se la discorrono. C'è un gran divario fra il mondo reale, e l'immaginato. Nell'uno gli effetti, e le cagioni costantemente persistono, e della medesima prerogativa debb'essere fornita la scienza fisica, cioè a dire sia ferma e stabile ne' suoi dogmi, e le sue notizie corrispondano inviolabilmente agli obbietti. Nell'altro si tenta di fabbricare un sistema di cose, che fuori di noi non esiste, e si mette ogni studio non già per accomodare le nostre cognizioni ai soggetti, ma bensì per disguisarli in maniera, che ai nostri concepimenti a dispetto della Natura si adattino. Chi ne bramasse un qualche saggio, dia una occhiata a ciò, che intorno la Meccanica, e le galleggianti ci ha lasciato Archimede, ed ai principj dell'Optica, che ci vengono da Euclide, perfezionati da Alazzeno, e da Vitellione (mentre delle scoperte recenti per ora non so parola). Poscia si rivolga alle innumerabili visioni dei Fisici sistematici, ed ipotetici, che si sono lasciati guidare dalle conghietture; e saprà dirmi, che differenza ci corra tra il sapere e l'opinare. Le verità promulgate dai lodati vecchj geometri sostenute da invincibili dimostrazioni dopo tanti secoli tuttavia durano, e dureranno in avvenire, fin a tanto che sarà in pregio la fisico-matematica; laddove il dominio della probabilità è di cor-

ta vita, ed a guisa delle foglie degli alberi, le opinioni d'anno in anno cadono, e si rinnovano. Le nuove viste, che giornalmente in pubblico fanno comparir, sogliono leggerfi siccome tante novelle letterarie, e di rado avviene, che si sostenga l'assenso, o il dissenso, e che tra il sì, ed il nò si serbi una modesta indifferenza; conciossiachè se favoriscono le nostre inveterate prevenzioni, senz'altro esame si approvano, all'opposto se ci son contrarie, dispettosamente si rigettano, e si cerca a tutto potere di screditarle. Dov'è, dico io, la filosofica ingenuità, la quale non si lascia sedurre dall'amor di fazione, e tiene sempre l'intelletto in bilancia, quantunque volte non ci sieno motivi convincenti, che a prender partito necessariamente lo spingano? Non si creda intanto, e così chiudo la presente materia, ch'io sia tanto rigido, che in tutte le discipline alle verosimiglianze voglia dar bando. In quelle, che discendono alla pratica, si dà mestieri contentarsi del probabile, e delle ragionevoli conghietture; attesochè chi aspettasse d'essere rischiarato dalla verità escludente qualsivoglia dubbio, molto di rado ad operar s'indurrebbe. Nelle altre, che nella pura speculazione si esercitano, non ci veggio lo perchè così facilmente abbiamo a determinarci. Gioverà bensì il sottoporre ad un maturo esame le varie sentenze, e ci riuscirà di trovarle tal fiata vere, ma per lo più o false, o mancanti. Secondo me merita egual lode chi gitta a terra una fabbrica mal fondata, e chi ne innalza una soda, e massiccia. In tal guisa le scienze, ed in particolare la Fisica con lungo studio si espurgano, e si riducono a perfezione; non essendo cosa nuova, ed insegnandoci la frequente esperienza, che per una serie d'errori probabili si perviene finalmente alla verità.

VIII.

Da ciò, che fin ora ho insinuato, parmi di dover stabilire una massima incontrastabile, che la Fisica si fonda sopra una doppia evidenza, cioè evidenza di ragione, ed evidenza di senso. Una dai primi, originali, chiarissimi, ed infallibili principj, o dalle verità antecedentemente conosciute, per via di retti, e dimostrativi raziocinj deriva la serie delle sue conclusioni, in passando grado grado dalle più semplici alle più composte. L'altra si ferma sui fatti, ed a forza d'istituire, e di replicare gli esperimenti ci dà una esatta contezza de' fenomeni fisici, e ci porge le chiavi per aprire le porte della Natura. Adesso non verso di proposito sulle esperienze, riferbandomi di maneggiar altrove con accuratezza questo importante subbietto. Mi trattengo alquanto in considerare una sorta di probabilità, che viene ad uso frequentemente, e trae l'origine dalla fede umana. Questa in parecchie occasioni cammina così rapida, che in pochissimi passi giugne ad una perspicua evidenza, cui si dà nome di morale certezza. Mi viene narrato essere seguita una giornata campale. Al primo annunzio prudentemente il mio giudizio sospendo, mentre offervo la novella fornita d'una tenue probabilità. E sebbene gli antecedenti racconti, per esempio, che gli eserciti erano a fronte, me la rendono persuasibile; con tutto ciò non depongo il mio dubbio, perchè mi sov-

viene

viene d'essere stato in simili incontri altre volte deluso. Ma se la notizia viene da più parti, e replicati corrieri in giro la portano, come posso negarle l'assenso senza nota di temerità, e d'ostinazione? Ed ecco qualmente tratto tratto va crescendo la probabilità, ed un picciolo numero di motivativi la fan diventare in breve tempo certissima, ed infallibile. Nelle materie di fatto, benchè la fede d'un uomo solo, o di pochi non oltrepassi i limiti del verisimile, accoppiati però i racconti, ed aggiunti i probabili ai probabili, fanno tal forza, ch' escludono ogni sospetto di falsità. In diversa maniera si dee discorrere rispetto alle circostanze dei fatti, e massime intorno le più minute; perchè rare volte accade, che un avvenimento ci venga dipinto colle medesime particolarità, e non ci vuol poco a ben purificare le relazioni. In tali casi la probabilità procede lenta, ed attese le narrazioni o disparate, o contrarie, può succedere, che della incertezza non mai si spogli. Quante dispute oggidì s'agitano sopra le memorie lasciateci dagli antichi Scrittori, specialmente se sono fra loro discordi, e parlano de' tempi da noi remotissimi? Quanti punti di Storia, e di Cronologia tra gli Eruditi moderni si mettono in controversia? Non ci sarà chi nieghi esserci stato Ciro il grande, ed almeno in genere non caderanno in dubbio le sue strepitose conquiste: ma qual partito piglieremo sul modo della sua morte: a chi preferremo credenza, ad Erodoto, o a Senofonte? Egli è vero, che l'arte Critica ci porge lume, e ci guida bene spesso con sicurezza: sebbene ci sono moltissimi incontri, ne quali i suoi criterj vengono meno, ed i suoi canoni ci abbandonano, restando tuttavia dopo tante fatiche le quistioni indecise. Nel caso addotto le regole critiche forse ci suggeriranno, che Senofonte, quantunque meno antico, merita tuttavia maggior fede, siccome colui, che avendo militato sotto Ciro il giovane, era più istruito delle memorie Persiane. Oltrechè non sarà inutile stabilir di passaggio un criterio, ed è: che tra gli Storiografi contrarj nella sostanza de' fatti, o nelle importanti circostanze si seguiti per l'ordinario quello, che espone più naturalmente i successi, e più dal mirabile si discosta.

IX.

C'è una sorta di probabilità non già in materia di fatti, ma d'opinioni (avvegnachè appello probabile qualunque proposizione, che non giugne all'evidenza) ed ha luogo, qualora si stima bene di sottomettere il nostro all'altrui parere, e massime a quello degli uomini accreditati, e degli autori più famosi, e specialmente se del subbietto in quistione abbiamo o poca, o niuna contezza. Diceva ottimamente S. Agostino, che la più facile maniera di sapere, e con minor fatica si è il credere. E vaglia il vero, se il Maestro è d'infinita scienza dotato, e tale, che non può ingannarsi, nè ingannare, a' suoi dogmi accompagnati da una infallibile certezza, quantunque oscura, e misteriosa, si debbe un ragionevole ossequio. Si ascriva alla Divina Bontà il consiglio d'aver posto freno per mezzo della rivelazione ai pensamenti, ed alle azioni degli uomini; perchè altrimenti non ci sarebbe brutalità, in cui non fossero precipitati: tanto le sregolate

affezioni soffocano, per così esprimermi, la ragione. Negli affari comuni, o morali, o civili, o politici, e nelle arti tutte liberali, e meccaniche a chi dobbiam rifuggire, se non se a coloro, che ne' mestieri son riputati peritissimi, ed anno studiate profondamente le materie, e principalmente agli Scrittori lontani dalle passioni, e dall'interesse? Per la qual cosa la probabilità estrinseca fondata sull'autorità presiede alla condotta della vita umana, e sarebbe ancor più giovevole, se i maestri di primo nome fossero fra lor più concordi. La diversità de' pareri ci fa tal volta inciampare in qualche sbaglio: ma così abbiamo a diriggerci; perchè fa d'uopo d'andar in traccia di quella verosimiglianza, che meno agli errori soggiace. Abbiamo a comportarci con altre regole nelle Scienze, che si trattengono nella pura specolazione, ed alla pratica non discendono. Oggidì ci siamo per buona sorte sottratti dalla tirannia del Maestro di coloro, che fanno, voglio dire d'Aristotele chiamato il genio della Natura. Si cercava non mica, se costui dicesse il vero, o il falso, ma semplicemente cosa dicesse, e s'impiegavano i libri inieri per indagare, qual fosse il suo sentimento, che posto in chiaro si giudicava infallibile, nè si credeva, che fosse mai caduto in paralogismo, salvo che ne' casi, in cui i dogmi Peripatetici si opponevano alla religione. Presentemente nè il numero, nè la riputazione de' Filosofi o antichi, o moderni aggiugne alle opinioni una dramma di probabilità. Ognuno pensa a suo senno, e siamo tanto delicati, che non vogliamo arrenderci, fuorchè alle evidentissime dimostrazioni. Le cose cammineranno ottimamente, fin che la libertà letteraria, trascurato il probabile, al vero unicamente si appiglierà. Per altro degenererà in una sediziosa, ed insolente Anarchia.

X.

Applico le probabilità concernenti i fatti alle fisiche osservazioni. Ad ognuno è noto, che senza gli esperimenti alla mano non si fa profitto nelle cognizioni naturali, nè diamci a credere, che basti usare i sensi col porgere alla sfuggita una qualche occhiata all'Universo in generale, ed in particolare agli obbietti, che sono alla nostra portata, siccome era costume dei Filosofi dell'età prisca. Egli è d'uopo penetrare internamente ne' più reconditi artifizj della Natura, a fine ch'essa c'insegni con quali leggi fondamentali, e secondarie dia regola a' suoi maravigliosi fenomeni. Se noi fossimo presenti alle quotidiane sperienze, che in ogni parte dove fioriscono le Scienze, con attenzione, e sagacità si lavorano; s'avrebbe intorno ad esse una piena evidenza di senso, e con sicurezza se ne potrebbe far uso nelle nostre perquisizioni. Ma non essendoci ciò conceduto, bisogna atternerci alla sede umana, e filosofica, guardandoci però, che non degeneri in una soverchia credulità. La Storia della Natura è ingombata d'innumerabili favole, e gli stessi fisici esperimenti, che si spacciano per infallibili, e vengono da mani perite, se non sono apertamente falsi, de' quali io potrei tessere un lungo catalogo, almeno posti all'esame si ravvisano o non ammessi da tutti, o mal circostanziati, o troppo favorevoli ad un sistema. Per quello

quello concerne il criterio della probabilità, avvegnachè siamo in materia di puro fatto, ne' paragrafi antecedenti se ne sono prescritti i canoni. Le osservazioni fatte sotto gli occhi di molti soggetti diligenti, e perspicaci, e massime delle intiere Accademie, che replicate in più luoghi, ed in più tempi esattamente concordano, che fra loro non si oppongono, che non ripugnano alle precognizioni ben istabilite, e che d'anno in anno si ripetono, ne' corsi della Fisica esperimentale, arrivano passo passo a quei gradi di ragionevole probabilità, che si congiugne colla morale certezza: la qual certezza, benchè non nasca nè da raziocinj dimostrativi, nè dalle impressioni sensibili, rimuove ogni dubbietà, e ci convince con motivi di forza pari ai scientifici, ma nello stesso tempo più popolari, siccome alla comune intelligenza soggetti. Negli altr'incontri ci vuole discrezione, e discernimento, e senza gagliardissimi indizj non si dee negar credenza agli autori accreditati, che dicono d'aver esperimentato. Non abbiamo dunque a stupirci, che l'arte critica s'introduca nella Fisica, e che abbiamo bene spesso a mettere in pratica le sue regole.

CAPITOLO DECIMOSETTIMO

Si profeguisce il discorso intorno la Probabilità.

I.

Oltre i diversi generi, ed i varj gradi delle probabilità messe in villa nel precedente Capitolo, un'altra spezie ve ne ha, che dee chiamarsi scientifica, di cui a ragionare brevemente mi accingo. Essa ha cominciato a' nostri tempi a fare la sua comparsa, e mercè le scoperte di alquanti valentuomini, ed in particolare del celebre Jacopo Bernoulli Professore di Groninga è poggjata all'alto posto di Scienza utilissima alla civile Società, e munita di chiare dimostrazioni cavate dal fondo dell'Aritmetica, e dell'Analisi, e dalla teorica delle progressioni. E' cosa mirabile, qualmente per opera dell'umano intelletto la contingenza si trasformi in una sorta di necessità ristretta fra certi limiti, e che per fino al caso, ed alla fortuna le regole si prescrivano. Di sopra ho notato darli una spezie di probabilità in materia di fatto, che a gran passi, ed in breve tempo perviene alla morale evidenza: ma nel genere, di cui prendo a favellare, la cosa procede diversamente; perchè non così tosto s'adempie l'aspettazione, e si pareggiano le partite: anzi siamo in un continuo bilanciamento, facendosi passaggio dall'eccesso al difetto per mezzo dell'esatto, che frequentemente col prossimo si confonde.

L'artificio di misurare il probabile unicamente consiste nel ridurre a computo tutti i casi possibili, niuno ecceutuato, che a coloro, i quali anno interesse nella faccenda, sono o favorevoli, o contrari, non dovendosi in molte occasioni trascurare anco i neutri, i quali sebbene nulla conchiu-

donq

dono per quello appartiene al vantaggio, o al discapito dei partiti; tirano però in lungo la decisione. A cagion d'esempio nel giuoco della bassetta l'Aritmetica m'insegna, che in tante maniere nè più, nè meno si ponno combinare cinquanta due carte. Il numero intiero de' combinamenti sia $\equiv A$, e fra essi la moltitudine B sia propizia a chi tiene banco, e la C all'altro giocatore. Qui si avverta, che tutti i casi non sono pari; perchè il punto in faccia importa due terzi della posta a pro di chi taglia, e l'ultima carta nulla vale a beneficio di chi mette. E succedendo sovente, che oltre il primo punto si faccia andare il secondo, il terzo, ed anche il quarto; fa d'uopo rinnovare i calcoli in tutte le addotte supposizioni, e ci verrà fatto di rilevare il privilegio, che sopra il suo competitore gode il banchiere, e presi per mano gli autori, che trattano tale materia, saprà la precisa proporzione tra il vantaggio del primo, ed il discapito del secondo. E quantunque il profitto sia tenue, e minore di quello arrecato dal giuoco di Faraone; a forza però di moltiplicare i tagli, si rende sensibile, e porta con seco la necessità di perdere. Appresso impareranno coloro, che non fanno altro mestiere, che giocare, quali siano gl'incontri più favorevoli d'arricchire i loro dinari, e che coll'interessarsi in più banchi sono moralmente sicuri di vincere.

II.

L'estimazione del probabile si fonda sul principio della indifferenza; conciossiachè se tutti gli eventi sono egualmente pronti ad accadere, allora come il numero d'essi o a vantaggio, o a danno, così le probabilità: e se molti successi compariscono più agevolmente degli altri; ne segue, che le aspettazioni seguitano la ragion composta dei numeri stessi, e delle facilità. E' necessario pertanto, che amendue le proporzioni ci siano note; perchè altrimenti non abbiamo dati abbastanza per soddisfare al problema. Nella gran Bretagna gli uomini, presa una vita media fra le più lunghe, e le più corte, durano in generale venti anni, e venti uno nelle nostre regioni, conforme l'esperienza c'insegna. Il clima dunque, la maniera del vitto, ed altre circostanze fanno sì, che più presto si muoja in Inghilterra, che in Italia, e che si serbi l'assegnata proporzione, laonde ne' centi vitalizi l'Inglese a confronto dell'Italiano può giustamente a norma della probabilità esigere un qualche tenue maggior profitto. Suol correre un comune pregiudizio, che nelle investiture a vita, quanto il soggetto, su cui si fondano, è più tenero d'anni, tanto meno si deggia annualmente contribuire. E pure la faccenda cammina al rovescio in parecchi incontri. Nei bambini di fresco nati il computo va istituito sugli anni vent'uno di vita; laddove ne' giovani pervenuti all'età consistente, per esempio d'anni venti, la loro vita media più oltre si estende fino agli anni trenta sei in circa. In altre congiunture le immediate osservazioni ci daranno la norma delle probabilità, per ridurre a dovere tali contratti.

Un mio stimatissimo amico si è presa la noja di replicare successivamente in più giorni i tagli al giuoco di Faraone fino al numero di dieci mille,

mille, per accertarsi col fatto, che il caso, quantunque paja a prima vista indocile, soggiace tuttavia alle leggi prescritte dai matematici. L'asilo era il suo punto, ed a fine, che la sorte fosse pareggiata, non badava egli alle gemelle, nè all'ultima carta, che si vuole inoperosa. Osservava, che di tempo in tempo il giuoco andavasi equilibrando, e che tante fiate appunto i quattro asisi erano venuti primi, quante secondi. Ora superava un partito, ed ora l'altro, ora più, ed ora meno, ed ondeggiando per così dir la fortuna, la probabilità d'uguaglianza stava di mezzo prossimamente in fra due, piegando quasi egualmente dall'uno, e dall'altro lato. L'esito fu, che finito il tedioso esperimento, la sorte si dichiarò favorevole agli asisi primi, che comparvero tali 5003 volte, e 4997 secondi, differenza appena comparabile colla moltitudine de' tagli, e che sarebbe onninamente svanita, se la prova all'infinito si fosse continuata. Così dee necessariamente succedere; avvegnachè posto, che di due probabilità eguali una sempre predominasse a confronto dell'altra; l'effetto stabile ad una costante cagione avrebbe ad attribuirsi: lo che ripugna evidentemente all'indifferenza, la quale richiede giusto l'ipotesi assunta, che ogni caso in particolare faccia di se mostra con pari facilità, nè ci sia ragione assegnabile, per cui una parte si ravvisi più dell'altra privilegiata.

III.

In questo mentre non ci sarà forse chi incorra nell'errore puerile di dar quel corpo, che non anno, al caso, ed alla fortuna, che sono nomi vuoti di significato, e fantasmi dalla umana ignoranza prodotti. Quella speciale combinazione di carte da giuoco, che ad esclusione di qualunque altra egualmente possibile ci sta sotto gli occhi, è senza dubbio un effetto vero, e reale, che da cause appropriate, e necessarie la sua origine riconosce, cioè a dire dall'antieriore disposizione delle carte medesime, dalla foggia particolarissima di mescolarle, e da cento altre circostanze. Ma perchè di tutte queste fisiche azioni noi siamo totalmente all'oscuro, si computano per nulla (se pure non c'entra di soppiatto qualche sagacità di mano ingannatrice, come sovente interviene) e qualora mancano le notizie delle cagioni operanti, gli effetti indi nascenti da noi impropriamente si giudicano casuali, e fortuiti. Ciò non ostante stanno ferme nel loro vigore le regole della probabilità, le quali ben intese ci liberano dalle sciocche vanità, e dalle false preoccupazioni. Non c'è cosa, che renda gli uomini più superstitiosi, più fantastici, e starei per dire più irragionevoli, quanto la passione d'indovinare, malissimamente se torna in loro profitto. Ne piglio un saggio dai lotti pubblici, ed invito i Lettori a riflettere posatamente, come si comportino le persone anco prudenti e discrete, per accertare secondo le loro ridicole prevenzioni un terno lucroso; avvegnachè sarebbe un perdere il tempo consumandolo in registrare le loro lepidissime inezie.

IV.

IV.

I numeri delle combinazioni determinano le probabilità, e dalle probabilità prendono norma gli avvenimenti. A miei giorni per gabbare i semplici, si è usata da tal uno l'arte di proporre varj giuochi, computata prima la loro probabilità. Toccava al competitore ignaro della occulta fraude, di scegliere a caso il partito. Se per avventura si appigliava al migliore, il giuoco decideva di piccole somme, e per breve tempo, mostrandosi di fare una qualche speranza a titolo di divertimento. Ma se succedeva all'opposto, ed era l'elezione pregiudiziale, sapeva l'astuto inventore ben cogliere il suo profitto, e caricando il giuoco, convertire in propria utilità l'altrui ignoranza. Fa di mestieri prima d'ogni altra cosa scandagliare il fondo della nostra probabilità; e se non abbiain cognizione bastante, non occorre, operando cautamente, esporci al pericolo di restar soccombenti. Apresto stiam guardinghi di non lasciarci raggiare dalle invecchiate popolari opinioni, le quali ci tolgono alle volte di mano una parte della verosimiglianza; che milita a nostro favore. Per aggiugner nuovo lume alla materia, vengono a taglio alquanti corollarij.

In primo luogo signoreggiando in tutti gli avvenimenti una perfetta indifferenza, non c'è ragione sufficiente, per cui paragonati insieme due casi particolari, uno sopra l'altro abbia la preminenza. Colloco in urna una sola palla rossa, e nove bianche contrassegnate con numeri differenti, e le suppongo tutte e dieci al senso del tatto onninamente indiscernibili. Ch'essa fuori la rossa avanti o dopo l'ottava bianca è pura sorte, mentre da ambe le parti si ha una eguale probabilità nascente da una pari indifferenza. All'incontro paragonate generalmente le nove bianche coll'unica rossa, la probabilità in qualunque estrazione stà come 9 : 1. E per ridurre il giuoco al giuoco, ogni qual volta mi riesca di cavare la rossa, computata la mia posta, mi si dee esborsare dieci siate altrettanto. Chi appropriatasi la mia moneta, me ne dà nove, fa piegar dal suo lato la bilancia della probabilità.

V.

Secondariamente se i casi tutti in particolare sono egualmente proclivi a succedere, e se della medesima proprietà sono altresì fornite le serie degli eventi, le quali anno una pari facilità di comparire, o di farsi per lungo tempo aspettare; non si dee credere, che taluna d'esse sopra le compagne abbia un maggior privilegio. E pure affacciandosi di rado qualche straordinaria, ed impensata combinazione accompagnata da un non so che, da noi siccome mirabile conceputo; restiamo sorpresi, e ci cade in mente, che quel tale combinamento sia molto difficilissimo a farsi vedere, e che sia fornito d'una tenuissima probabilità. L'inganno deriva da ciò, che in certe serie di casi pare, che si rinvenga dell'ordine, e dell'ingegno, laddove comunemente in altre moltissime sembra, che domini la irregolarità, e la confusione. Alle prime si bada attentamente, e le seconde conosciute in confuso dal-

dalle restanti di simil genere mal si distinguono. Se per avventura nel lotto di Vinegia venissero estratti i cinque numeri, 1, 2, 3, 4, 5 nel loro ordine naturale; ognuno farebbe le maraviglie: sebbene si fatta estrazione non è più facile, ne più difficile a comparire di qualunque altra, per esempio della seguente 7, 19, 36, 55, 63: anzi abbiamo pronti i computi, che misurano il momento della probabilità, ch'è lo stesso stessissimo in ambo le addotte ipotesi. Potrebbe essere, che un Aritmetico scioperato tenesse conto de' numeri pari, o dispari, de' quadrati, de' cubi, delle progressioni aritmetiche, e geometriche, e d'altre numeriche affezioni ignote al volgo: ma le probabilità non piglian cura di cotali oziose riflessioni.

VI.

In terzo luogo i casi, che precedono, nè punto, nè poco influiscono in quello, che immediatamente succede; conciossiachè farebbe di mestieri, che nell'evento aspettato la probabilità si ricordasse di ciò, che per avanti è accaduto. E quanto spazio di tempo, dimando io, dee durare la misteriosa reminiscenza? Oggi un punto ostinato al giuoco della bassetta diece, o dodici volte una dopo l'altra mi vien contrario: posso dunque sperare con fondamento, che passati o mesi, od anni mi si convertirà in propizio? Chi sa: il mio desiderio tal fiata si compierà, e tal volta si aggiungerà perdita a perdita: ma penserò sempre male in lusingandomi, che stia dal mio canto una maggiore probabilità. In ogni caso particolare sussiste l'indifferenza, nè da un successo si dee per l'altro desumer regola. Replicati poi indefinitamente i tentativi, l'indifferenza stessa c'insegna dovere aver luogo quella sorta di probabilità, che si determina per mezzo del calcolo. Le visioni de' giocatori mi muovono sovente a riso, e spessissimo a compassione, in vedendo quante false massime adottino, per far giusto del loro dinaro. Alcuni, a' quali nella bassetta parecchie fiata non fu prospero il punto, giudicano, che dee necessariamente cangiar vezzo, e mostrarsi favorevole. Per la qual cosa si riscaldano, ed incalzano le poste per rimettersi del danno sofferto, nè si accorgono, che a fronte d'un tenue guadagno pongono una grossissima perdita. Altri poi al rovescio si lusingano, che il primo punto propizio chiami il secondo, e che se seguita il terzo, non si abbia a dubitare del quarto. E quantunque restino frequentemente convinti da reiterate sperienze, che la cosa non va così; ad ogni modo si tien ferma la prevenzione, che passata da bocca in bocca fa figura d'una spezie d'assioma. Ho osservato il più delle volte, che se in tre punti uno viene a pro del banchiere, e due di chi mette, questi fa assai a conservarsi in capitale: ma spessissime fiata succederà la perdita, e rarissime la vittoria. Quindi inferisco, che il metodo comune di giocare scema la probabilità di costui, ed accresce quella del competitor. In tal guisa si scialacquano i patrimoni delle famiglie, e si discapita nella riputazione. Gli Orientali, che secondo noi sono barbari, anno un proverbio, che le cose care non si arrisichiano: che direbbero poi, quando vedessero messe a repentaglio le necessarie?

VII.

Quarto: taluno m'interrogherà: se la probabilità tanto domina negli eventi, che la scarsità delle nostre cognizioni ci fa chiamar casuali, onde appena si dia luogo alla fortuna; per qual ragione altri sian sì sfiagurati, che mai non compensano le perdite coi guadagni, ed altri sì avventurosi, che pajono nati per vincere. Messa da parte alcuni reconditi artifizj, che pur troppo si adoprano, e ch' escludono la probabilità; dico, che la maggiore probabilità di certi giuochi a lungo andare si fa conoscere, che il modo di giocare estenua le combinazioni favorevoli, e che ne' giuochi pari, ne' quali si mesce la sorte, e il sapere, col tempo chi ne fa meno, soccombe. Ma quand' altro non ci fosse, la probabilità medesima richiede, che si raccoccino que' combinamenti, per cui soggiacciono gli uomini alla buona, o alla rea fortuna. Ho però veduti alcuni giocatori godere per lungo tratto una forte propizia, la quale mutata faccia, gli ha precipitati nell' estrema miseria, accresciuta sempremai dal pregiudizio, che i dinari acquistati giocando, quasi che fossero piovuti dal cielo, a larga mano si dilapidano: laddove nelle perdite, che saranno alle volte inferiori alle vincite, bisogna cavare il sangue più puro dalle vene esaulte delle famiglie.

VIII.

Per ultimo tal fiata interviene, che la probabilità da un lato a dismisura si aumenti, di modo che diventi maggiore di qualunque data, e dall' altro sì fattamente s' impicciolisca, che si converta in minima, ed inassegnabile. In cotali incontri la proporzione fra la sorte prospera, e la contraria sta come l' infinito al nulla, e perciò la probabilità equivoca colla certezza non già morale, ma geometrica, ed analitica. Nelle vicende umane i casi pro, e contro non poggiano mai all' infinito, ma saranno sovente in una ragione così lontana, che indurranno una moral sicurezza. Nelle Scienze la infinita probabilità giugne al grado supremo d' infallibilità, e di evidenza, e parecchie astruse verità, che per diversa strada sono malagevoli a provarsi, con questo metodo invincibilmente si dimostrano. Quando faccio toccar con mano, che la mia sentenza di quella dell' Avversario è infinitamente più probabile; s' inferisce per necessaria conseguenza essere vera la mia, e falsa l' altrui.

IX.

Sarebbe d' un gran profitto alle Società umane, se si mettesse più studio a perfezionare l' Aritmetica delle probabilità. I principj sono stati ottimamente stabiliti, ma non per anco generalmente applicati; perchè in certi casi più ardui i problemi non ammettono una spedita soluzione. Spesse volte il quesito va a terminare nelle progressioni procedenti all' infinito, delle quali non abbi amo in pronto la sommatoria. E benchè i Geometri moderni,

ni, e specialmente gl'Ingleſi abbianò poſta tutta l'attenzione ſull'andamento, e ſulle proprietà delle ſerie di qualſivoglia genere; niente di meno reſta da farſi affai più di quello ſi è fatto. Il peggio ſi è, che in alcuni paefi per altro colti appena s'ode il nome di quella ſorta di calcoli civili, e politici, che regolano le vicende degli uomini: e perciò non è maraviglia, che s'inciampi tutto di in qualch'errore maſſiccio, pregiudiziale al pubblico, ed al privato intereſſe. Mi ſi dirà, che ſenza tanti computi alla mano il Mondo ſi è diretto per molti ſecoli, e tuttavia ſi governa: ma io non voglio addoſſarmi la briga di dare una ſcorſa alle ſtorie delle nazioni, per iſcoprire quali diſordini, e ruine abbia partorite l'ignoranza di queſte neceſſarie notizie. Raccordo ſoltanto a quali anguſtie ſia ſtata più ſiate ridotta la Repubblica Romana a motivo delle uſure eſorbitanti o preſcritte, o almanco permeſſe. E poi baſta dare un'occhiata alla noſtra Europa, per accertarſi, che le Provincie, che più fanno di tal meſtiere, poggiano ad un grado maggiore di ricchezza, di poſſanza, e di felicità. Da qual arte pigliano norma i traffichi, i contratti, i cenſi, i tributi, il valore delle monete, e cento altri raggiri, che negli affari ſi meſcono, ſe non ſe dall'aritmetica civile, o politica?

X.

I principj della probabilità ſovente ſ'inſinuano nelle Scienze, e ſe fanno cangiare d'aſpetto. Nuovi lumi ha acquiſtato la Cronologia, dappoichè l'incomparabile Signor Cavalier Nevvton ce l'ha meſſa innanzi gli occhi ſotto un'altra veduta. Egli ſi è fondato ſulle memorie più recenti, in cui la teſtimonianza degli Storici, e de' documenti è ſuperiore ad ogni eccezione, per iſcoprire la falſità delle più remote, e maſſime di quelle, che appartengono a' tempi chiamati eroici. In ordine a ciò ridotte a computo le durate medie delle ſucceſſive generazioni, e ragguagliato il numero degli anni, in cui i Principi anno regnato, e venuto in cognizione della vanità delle Nazioni, le quali per arrogarſi una ſoverchia antichità, ed un'origine più lontana e più nobile anno oltre modo prolungate le vite dei Sovrani, e le generazioni degli uomini. Quando la Natura non ha cangiato ſtile, e non ſi creda, che gli Egizj, i Caldei, i Greci viveſſero affai più di noi, e de' noſtri maggiori da molti ſecoli addietro; conviene correggere i vecchj Scrittori, abbreviare le vantate durazioni, ed accoſtare di molto ai tempi preſenti l'epoche troppo decrepite: altrimenti non ſtanno ſaldi i canoni della probabilità.

XI.

Tal uno m'interrogherà, ſe le regole del probabile poſſono mai aver luogo in quella parte della Fiſica, che ſtende le ſue conghietture ſull'avvenire, prendendo indizio da ciò, ch'è accaduto, per penetrar nel futuro. Riſpondo, che ſin ora non abbiamo alle mani dati baſtanti, che forſe col lungo andare dei tempi a' poſteri non mancheranno. Appena ſi ſono comin-

ciate ad istituire le opportune osservazioni, e solamente a' giorni nostri s'è posta cura di misurare la quantità dell'acqua, che d'anno in anno cade dal cielo, la copia dell'evaporazioni, il peso dell'aria coi baroscopi, il caldo, ed il freddo coi termometri, e cogli'igrometri l'umido, e il secco. Oggidì si tien conto del dominio, e della direzione dei venti, dell'abbondanza dei prodotti, e della sterilità, dell'epidemie tanto degli uomini, quanto de' bruti, de'straordinarj fenomeni in terra, e nell'aere, e di molte altre particolarità, che alla giornata succedono, e che nell'effemeridi si registrano.

— Fuori d'ogni credere sono lunghi i pericoli della Natura, e di rado si accoppiano i combinamenti medesimi, o almanco i simili; laonde non ci riuscirà mai di prevedere con qualche verosimiglianza i futuri eventi, se non se adempite due condizioni. La prima, che la passata barbarie non torni ad infettare l'Europa, o che non si muti in peggio il presente metodo di coltivare la Fisica. La seconda, che non si lasci mai di sperimentare, e si continuino per secoli e secoli le osservazioni. Con tale ajuto stabilite l'epoche degli avvenimenti, non dispero, che a quei, che verranno, il giro delle sue vicende sia per palesar la Natura.

*Si può anche
fatta più
e oltre*

CAPITOLO DECIMOTTAVO

Dell'uso della Probabilità.

I.

HO discorso popolarmente dei varj generi delle probabilità, senza invilupparmi in computi laboriosi, che superano la comune intelligenza. Piacermi ora d'illustrar cogli esempj il corollario del precedente capitolo, in cui si è fatto vedere, e può dimostrarsi in tutto rigore, che un caso unico, o un numero finito di casi propizj contrapposti ad una infinità di eventi contrarj porta con seco una probabilità, che svanisce, e dee riputarfi siccome nulla a confronto dell'altra, che per essere infinita perde il nome di probabilità, ed assume quello di certezza.

Dal principio incontrastabile cavo io passo passo la illazione, che il Mondo, in cui siamo, non è opera del caso, conforme si sono dati a credere gli Epicurei. E perchè dalla proposizione assunta la dedotta non dipende immediatamente; fa di mestieri congiungerle con un filo di raziocinij talmente insieme legati, che non lascino luogo alla dubbietà. Discorriamo dunque così. Nella università di cose, in cui per buona sorta mi ritrovo, esposta alla mia contemplazione io ci ravviso bellezza nel tutto, disposizione nelle parti, ordine, e simmetria, che prendono norma da leggi costanti, ed inviolabili, e ciò che più rileva, la scelta del migliore. Anzi quanto più m'interno ne'maravigliosi artifizj, usati dalla Natura, tanto più m'essi riluce una forza, una sagacità, una sapienza, che mi sorprende, e supera di gran lunga la mia aspettazione. Me ne rendano testimonianza co-

lo.

loro, che nelle cose naturali anno posto il loro studio, e specialmente nella stupenda struttura degli animali, e mi diranno, che appena posso capire una menomissima parte di quella industria, per cui si è provveduto ai bisogni, e messo riparo ai disordini.

II.

Ora richiamato a memoria il principio dell'analogia, non è egli evidente, che dove ci è arte, ivi c'è l'artefice, e dove c'è magistero, ivi c'è il maestro? Dica tal uno, che le novelle scoperte dell'antico Ercolano, cioè il teatro, le statue, le pitture, e cento altri vestigi d'antichità sono stati prodotti dal caso, il quale sotto le ceneri vomitate dal Vesuvio ha saputo edificare una Città. Non provocherà costui il riso, e la indignazione degli Eruditi, e non si tirerà dietro le fischiate sino dall'infima plebe? Mi si conceda di fingere, che il caso vegna abilitato a scolpire sotterra una sola statua (ma qual proporzione ci può mai essere fra la simmetria d'una statua, e quella d'un uomo?) Esposta essa agli occhi del pubblico, chi la credesse nata dal caso si apporrebbe al vero: sebbene qual criterio avrebbe egli, su cui potesse stabilire la strana proposizione? quando massime il simulacro non fosse uno sbizzo informe da riporsi ragionevolmente fra gli scherzi della Natura, come sono certe pietre, e certi legni macchiati, in cui per discernere le rozze, e tal fiata immaginate rappresentanze, se pur non sono imposture, bisogna aguzzar le pupille, e supplire colla fantasia. A migliaia ci si affacciano le statue lavorate dagli uomini, e che tutto di presenti noi si lavorano; da qual probabilità dunque ci lasceremo persuadere, che sia fattura del caso quell'unica, che nell'artificio va del pari colle più rinomate? E peggio sarebbe ancora, se si dicesse, che tale si è la Venere de' Medici, o il Laocoonte.

Dietro la scorta dell'analogismo in tal guisa io ragiono. Il Mondo è certamente una gran fabbrica, che vince d'assai la nostra capacità: ma la fabbrica suppone l'architetto; dunque per metterla in essere ci si richiede una mente operatrice fornita d'infinita possanza, e d'infinito consiglio. In una parola Iddio Ottimo Massimo si è l'unico facitore dell'Universo. E talmente questo mio divisamento mi appaga, che di vantaggio non cerco; perchè mi soddisfanno egualmente le conseguenze tutte, che da esso fluiscano. E vaglia il vero in qualunque costituzione di cose io fossi collocato, purchè venisse da Dio, il quale ci avrebbe indubitatamente impiegato la sua bontà, il suo sapere, e la sua provvidenza; farei sicuro d'alloggiare in una casa benissimo edificata, ed avrei in un'altro sistema, onde ammirare la perizia dell'Autore nella bellezza, e nella magnificenza dell'opera.

III.

Torno indietro, e per poco mi dichiaro del partito d'Epicuro, ed adottata la sua ipotesi mi faccio a ponderare le conseguenze indi nascenti. Il Mondo, in cui dimoro, è lavoro del caso: ma ciò non basta: è un giuoco

co altresì della sorte, che in esso abbia sortita la mia abitazione. Questo Mondo però non è solo; avvegnachè ce ne sono innumerabili separati l'un dall'altro dagl'intermondi, e sparsi quà e là per l'immenso tratto del vano. Oltre ciò non si vogliono trascurare gl'infiniti atomi, che nel vuoto disordinatamente vanno vagando, i quali per anco non si sono raccozzati a formare un regolato sistema. S'aggiunga un'altra riflessione, che il nostro Mondo tempo fa non c'era, essendo nato da una fortuita maravigliosa combinazione delle particelle elementari, che durerà alquanti secoli, e poi sciogliersi per dar luogo ad infinite novelle costituzioni, che di tempo in tempo compariranno, siccome sono perite tutte quelle, che di se stesse anno fatta mostra nell'antecedente eternità.

Arroge, ch'io sono Cittadino d'un Mondo lavorato dal caso, ma da un caso così sciocco ed impotente, che dopo essersi impiegato non si fa come a costruirlo, in pochi momenti ha perduta la sua forza, e la sua giurisdizione. Quando il Cielo era nuovo, e la Terra nuova, il vigore attivo di quello, e passivo di questa facevano nascere a frotta i prodotti, dei quali è doviziosa la Natura, ed a schiere l'erbe, gli arbori, e gli animali. Ma quanto tempo ha durato la causale secondità? Presto s'è invecchiata la possanza del caso, ed oggidì non ne rimane vestigio. Dimando, per qual motivo non si veggano spuntare novelle specie di viventi? Gli atomi conservano le loro innate proprietà, e specialmente la grandezza, la figura, ed il movimento, bisogna dunque affermare, che abbiano disimparata la facilità di combinarsi, ch'era ad essi nella origine delle cose sì familiare. Presentemente la Natura si regola con leggi ferme ed invariate, e gli effetti alle loro cagioni colla debita proporzione puntualmente rispondono; attachè non si assegnerà mai fenomeno, che ci dia indizio del predominio del caso. Qual probabilità ci possa essere, che parto del caso sia il nostro Mondo, in cui nulla c'è di fortuito, io non arrivo a capirlo.

IV.

E' una gran ventura la mia di vivere in un sistema, nel quale, s'io non voglio rinnegare il senso, e la ragione, ci ravviso costanza, e sapienza: due prerogative, che non si accordano colla fortuna. Interrogarei volentieri un Atomista, onde provenga, che il nostro Mondo da lungo tempo nel suo stato si mantenga? Mi si risponderà forse, che lo preserva la stessa stessissima causa, che l'ha prodotto. Ed io ripiglio essere il caso infinitamente più atto a distruggerlo, che a conservarlo; conciossiachè in una sola maniera può perseverare, ed in infinite disciogliersi. C'è dunque una infinitesima probabilità, che la presente universalità di cose duri da un anno all'altro, e dall'uno all'altro secolo, sussistendo nel suo essere, e di tempo in tempo rinnovandosi nelle successive generazioni con regole immutabili, che non ammettono nè sconcerto, nè novità. E pure il caso è una cagione, se però un tal nome se gli debbe attribuire, che non ha proporzione alcuna cogli effetti da lui nascenti, ed operando senza prefiggersi un fine, e senza usare discernimento, non ha argine da opporre all'impetuoso torrente degli

degli atomi, nè leggi per ridurre a dovere gli stravagantissimi innumerevoli combinamenti.

Appresso fra gli atomi non passa intelligenza, nè concordia. Ognuno esercita da se le sue azioni cogli urti, e coi ribattimenti scambievoli, ora accoppiandosi, ed or separandosi; di modo che se una squadra d'essi si dispone a produrre casualmente qualche cosa di buono, e di regolare; viene un'altra schiera di traverso, che o disordina, o diuisa la cominciata struttura. In tanta confusione di movimenti qual probabilità mai si può fingere, per cui esca in luce un sistema ben concertato, e, ciò che più mi sorprende, nel suo tutto, e nelle sue parti per secoli, e secoli costantemente durevole?

V.

Muovo un altro passo, e dico. Milita una pari probabilità, ch'io sia ospite del Mondo, in cui si rinviene simmetria, e perfezione ne' prodotti simultanei, ed ordine invariato ne' successivi, piuttosto che in qualunque altro o degli attualmente esistenti, e nuotanti nello sterminato oceano del vano, o di quelli, che sono stati procreati, e distrutti in tutta l'antecedente eternità, o degli altri, che compariranno nel corso eterno dei tempi futuri. Se qualunque raccozzamento di atomi si chiama Mondo; egli è evidente, che giusto l'ipotesi Epicurea, alla quale voglio per ora adattarmi, si fatti Mondi vanno separati in due classi amendue infinite. Conterrà la prima tutti quelli, che architettati dal caso portano con seco l'ignoranza, o per meglio esprimermi, la brutalità dell'Autore. In essi non si spera di trovare ordine, e maestria; ma soltanto un disquisato, e fortuito ammassamento di particole elementari, ed un aggregato di sconvenevolezze. Dicesi, che il caso a forza di fare, e disfare abbia tal volta il suo ingegno, e lurga la seconda spezie dei Mondi lavorati con casuale esattezza, e di perfezioni forniti. Metto a confronto questi due generi, e dimando, in qual proporzione fra loro si rispondano. Conceduto, che il numero de' secondi sia infinito, alla qual supposizione, quantunque falsa non si vuol ripugnare, i canoni delle combinazioni dimostrati dall'Aritmetica, de' quali fra poco discorrerò, m'insegnano, che il numero de' primi poggia ad un infinito del già accordato infinitamente maggiore.

Nella stagione della mia prima adolescenza, mentre regnava quasi generalmente per tutta l'Italia un gusto depravato in ciò, che appartiene alle belle lettere; solevano i poeti andar dietro a certe puerilità, che oggidì meritamente si disprezzano. Credevansi di mercar fama, ogni qual volta massime mettevano in fronte d'un Sonetto, o di qualche altra composizione un anagramma o puro, o almeno medicato colla mutazione d'una, o due lettere, cavato dal nome, e dal cognome della persona encomiata. E' una maraviglia, qualmente si logorassero il cervello in sì fatte inezie; imperciocchè cresceva la fatica, a misura che si aumentava la moltitudine degli elementi. Faceva di mestieri metter da parte gli accoppiamenti inutili, e vuoti di senso, e quelli altresì, che tornavano in dilleggio, o in vituperio.

In

In oltre l'esperienza insegnava, che ampliandosi il numero delle lettere, mutavasi la proporzione, e diventava passo passo maggiore fra i casi contrarij, ed i favorevoli alla intenzione degli autori. Di fatto non farebbe egli uno stupendo prodigio, se sciolta ne' suoi elementi la Commedia di Dante, e gettatili alla rinfusa, a forza di replicare le combinazioni venisse fuori una Storia ben ordinata, o un compiuto trattato di Teologia?

Che diremo poi degli Atomi d'Epicuro attualmente infiniti? Disponendoli soltanto in linea retta, e chiamata ∞ la copia per inassegnabile di essi; ne segue, che per i Canoni dell' Aritmetica la moltitudine delle loro combinazioni ci venga esposta dalla formola

$$\infty \times \infty - 1 \times \infty - 2 \times \infty - 3 \times \infty - 4. \&c., \text{ e così all'infinito.}$$

Qui si scorge una serie infinita d'infiniti assieme senza fine moltiplicati, che compongono una infinità di tal genere, che appena si concepe confusamente dall' intelletto, per quanto sia avezzo a simili specolazioni. Si comprende frattanto, che il numero de' combinamenti nella premessa semplicissima ipotesi a quello degli atomi, quantunque infinito, sta in una proporzione molto lontanissima, ed onninamente incomparabile all'altra, che passa fra la quantità infinita degli atomi, ed un solo atomo.

Sin ora si è detto assai, ma presso che nulla a petto di ciò, che resta da dirsi. Dal combinare gli atomi in retta linea m' inoltra a collocarli in qualunque angolo, in qualsivoglia specie di figure e rettilinee, e curvilinee o grandi, o piccole, infinite volte replicate, e fra loro diverse. Faccio trarsti a disporli in varj piani, in differenti distanze, alterandole, e permutandole a capriccio. Così accresciuta sterminatamente la somma delle combinazioni rispetto a quella degli atomi, conchiudo francamente essere affatto impossibile, che fra tanti raccozzamenti irregolari, e spropositati ne spunti un privilegiato, in cui l'ordine, e l'eurtmia manifestamente si scopra. Almeno la probabilità, che ciò accada, è infinitesima d'un grado tale di magnitudini evanescenti, che non si può determinare da mente umana. Conosco solamente per via di legittima illazione, che una pari probabilità, se non se forse ancora più minima, sul qual punto non voglio piti- re, cioè relativamente nulla, si dichiara a mio favore, perchè io mi sia un membro del presente Universo all'incontro d' un'altra infinitamente infinita, che si oppone alla possibilità del Mondo, in cui dimoro, e conseguentemente alla mia particolar esistenza.

VI.

Uno sbaglio ancora più palpabile io posso rimproverare ai Discepoli di Democrito, e d'Epicuro. Non si persuadano mai, che una sola combinazione degli atomi sia bastante a formare il nostro sistema. Ce ne vogliono innumerabili egualmente ordinate, e con pari artificio disposte. Tutto di il Mondo ci si muta anzi gli occhi, e quantunque ne successivi accoppiamenti una varietà uniforme apparisca, tuttavia il Mondo d'oggi non è quel
d'je-

d'ieri, e domane non farà tale: anzi d'ora in ora, e quasi direi, di momento in momento gli aggregati delle particelle componenti si diversificano; attchè annoveri chi può in quante maniere gli atomi alla giornata si uniscano, e si disgiungano. Delle alterazioni celesti ce ne danno indizio le macchie del sole, e le fascie di Giove: ma fermiamci alquanto sul globo terraqueo, che più da vicino ci appartiene. I sensi ci palesano le continue vicende, a cui soggiacciono i misti, i quali ricrescono, e scemano, si generano, e si corrompono: lo che certamente non interviene, se la sostanza degli uni negli altri non passa, e non si fa una perpetua successiva permutazione fra gli elementi atti a produrli, a conservarli, e a distruggerli. Il mio corpo a cagion di esempio adesso è formato d'una moltitudine finita di atomi in una particolar foggia insieme legati. Parte colla traspirazione svaaporano, e si dispergono per l'aere, che mi circonda, e parte in escrementi si trasformano. Supplisco cogli alimenti, e la nutrizione va riparando il perduto, di modo che una novella combinazione sempre mai scontenta alla precedente; e pure io sono, e non sono lo stesso uomo, e la mia vita consiste in un cangiamento continuato di me medesimo. L'avvertenza si applichi agl' innumerabili prodotti, che riempiono l'Universo.

Ora come può essere, che il caso impotente ad organizzare un Mondo ben fatto, ed a raccogliere un solo regolare combinamento, scordatosi della confusione ad esso lui naturale, resti abilitato a lavorare una lunghissima serie di accoppiamenti l'un dopo l'altro insieme concatenati, e di pari perfezione guarniti? Confesso ingenuamente di non comprendere, come dal disordine nasca un ordine costante, e qualmente i più forbiti magisterj dell' arte tante fiate replicati s'accordino colla ignoranza della fortuna. E sono convinto, che gli stessi Avversari non arrivino a capirlo, quando liberi da qualunque preoccupazione non ripugneranno ai canoni infallibili della probabilità.

VII.

Si fanno eglino forti sull' eternità passata, e ventura, e dicono non essere maraviglia, che in un tempo infinito, che non ha limite nè per l'uno nè per l'altro corso, accadano tutte o prima, o poi le possibili combinazioni: non potendosi assegnar motivo, per cui taluna ne resti esclusa, piuttosto che le compagne, nelle quali risiede una pari probabilità per fare la loro comparsa: ma la presente costituzione di cose è senza fallo possibile; dunque non c'è ripugnanza, che siasi fatta vedere a' nostri giorni, e ci sia toccata in sorta per patria. Non si vuol dissimular cosa alcuna, che aggiunga nerbo alla sentenza Epicurea. Si può mettere a campo il seguente raziocinio. Chi sa, che la moltitudine infinita degli anni contenuti nell' antieriore eternità non ecceda infinitamente il numero degli infiniti combinamenti: almeno non si addurrà mai una dimostrazione in contrario. E se così fosse, la probabilità inassegnabilmente maggiore sta dalla parte del tempo. Per la qual cosa non solo è più verisimile, e necessario,

Tom. II. Opere Ricc.

A a

che

che gli atomi si siano una volta, o l'altra accoppiati in guisa, che sia nato il nostro Universo.

VIII.

Levo di mano agli Avversarij quest'arma, che facilmente si spunta: Secondo la loro opinione questo Mondo dopo parecchi secoli ha da dissolversi, per dar luogo ad una progressione infinita di susseguenti combinazioni. Fingasi fatto ciò, che infallibilmente interverrà: io dimando s'è mai possibile, che il sistema dal caso sconcertato, e distrutto, una, o più fiate nell'avvenire torni a rimettersi, onde si restituisca bella, ed intiera la serie de' combinamenti, per cui il Mondo esistente da qualunque altro si distingue. Avanti di rispondere io noto, che l'eternità appropriata alla materia, ed al moto, ed alla fortuita mescolanza degli atomi, altro non è, salvochè un tempo infinito, che abbraccia, e per nostro modo d'intendere, misura una infinità d'eventi successivi. Quindi può separarsi in due membri, cioè in Eternità precedente, che non ha principio, ed in posteriore, che non ha fine; laonde qualsivoglia istante, per esempio quello, in cui scrivo, sta di mezzo infra due, e si assume siccome termine dell'età trascorsa, e cominciamento della ventura. Non discorro della eternità trasandata, la quale dai fautori del caso Epicureo, e della necessità di Stratone mal si accomoda alla quantità continua, e discreta, ed io in altra occasione proverò che ad ambo le ipotesi ripugna del pari la geometria. Ma in contemplando l'eternità ventura applicata alle cose, che ammettono il più, ed il meno, non ci si affacciano assurdi: ed eccone lo perchè. Piglio le mosse dal giorno d'oggi siccome principio dell'avvenire, e mi metto a correre col pensiero una carriera, che non ha meta. Poscia considero, che per quanto viaggio io mi faccia, non esco mai dai confini del finito. Aggiungo secoli a secoli, e mi lascio addietro un numero molto grandissimo d'anni Platonicis; con tutto ciò non entro unquanco nelle regioni infinite dell'infinito. E' troppo vasta la provincia del finito, onde possa mai camminarsi intiera, e si pervenga all'ultimo limite, cioè a dire a quello istante di tempo, che separa il finito dall'infinito. Egli è vero, ch'io mi sono avviato per una strada, che mai non si compie, e che dee riputarsi infinita, non già perchè siano infiniti i passi da me mossi, ma perchè tali sono quelli, che sempre restano a moverli.

Premesso ciò, riedo in senziere, e sostengo essere affatto impossibile, che dissatto il nostro Mondo, in capo a qualunque tempo venga dal caso di bel nuovo rifabbricato. Ho nominato il tempo; perchè si è avvertito, che ingolfandosi nella futura eternità possiamo inoltrarci quanto ci piace, che il tempo finito non si esaurisce, nè si giugne mai a fare il massimo saltato dal finito all'infinito. Posti in disparte gli atomi infiniti attualmente esistenti, mi appiglio alla moltitudine delle combinazioni possibili, che per le cose dette rispetto ad essi atomi sono infinitamente infinite: indi mi rivolgo al numero degli anni, i quali correranno l'un dopo l'altro, e per quanto si prolunghino, e si moltiplichino, staranno sempre mai dentro à

termini del finito. Ora entri in campo la probabilità a decidere la proposta questione. Costei con i suoi computi alla mano mi documenta diventare lei minima, ed inassegnabile, e d'una classe tale d'infinitesimi, che mi sorprende; ogni qual volta si professa, che si adopera a cavar fuori nel periodo dell'avvenire, cioè in un tempo non già infinito, ma limitato, fra gli innumerabilissimi combinamenti quell'unico, che ci metta sotto gli occhi l'aspetto compiuto, ed intiero del Mondo presente. La probabilità relativamente nulla a tanto non giugne.

Retrocedo per alquanti paili, e m'immagino d'esser nato diece, o dodici mille anni fa, prima che si fabbricasse l'odierna costituzione di cose, e mentre il caso era inteso a raccozzare in altre maniere i suoi atomi. Non pregiudica punto all'età preterita, e alla futura il togliere all'una cento secoli, ed aggiugnerli all'altra; conciossiachè un giro finito d'anni alla duratione inesauribile d'amendue ha una proporzione minore di qualunque data, e non mi è disdetto di collocare il segno della loro separazione più tosto, o più tardi ovunque mi aggrada. L'ipotesi assunta mi dà agio di rinnovar l'argomento. La medesima probabilità, la quale ora non consente, che nel progresso de' tempi si restituisca il nostro sistema; contrastava sin d'allora con pari forza, perchè non potesse prodursi. Conchiudo, che fra le due sentenze, una che fa il caso autore dell'Universo, e l'altra, che lo attribuisce ad una Mente suprema, non ci può essere confronto. Nella prima ci si parano innanzi assurdi, e contraddizioni, mal accordandosi con essa i canoni della probabilità. Nella seconda io mi quicto, dominando in questa una infinita probabilità, o vogliam dire una evidente certezza, che il Mondo, in cui mi trovo, siccome fattura ornata d'ammirabili perfezioni, da un sommo Facitore tragga l'origine. E' dunque uno stravagante, e disperato partito il negar Dio per gittarsi nelle braccia del caso.

IX.

I principj sin ora spiegati mi fanno scorta a mettere in tutto il suo lume un'altra importantissima verità. Le regole del probabile mi convincono, che l'anima umana è dotata della bella prerogativa d'operare liberamente. Le azioni derivate dalla volontà, che non vanno disgiunte dagli incentivi, che alle determinazioni ci stimolano, e massime dai sentimenti interni o grati, o molesti, pare, che ci pieghino con tal violenza verso gli obbietti aggradevoli, o dagli odiosi ci ritraggano, che non ci lascino arbitrio di comportarci diversamente. E sebbene persuasi da una interiore coscienza fermamente crediamo, che stia in nostra potestà l'elezione; ci troviamo però senz'accorgersene nella dura necessità di seguitare le sconosciute esterne impressioni, che secondo le circostanze invincibilmente ci signoreggiano. Così la discorreva un Autore Inglese, ed avvalorava i suoi detti con un esempio. Fingeva, che la calamita avesse senso, e mente, e che rivolto il suo polo a quel della Terra, si rinvenisse in uno stato a lei confacente. Rimossa dalla sua gradevole positura da qualche estrinseco impulso, nell'atto di ricuperarla penserebbe di far uso della sua libertà; e pure

l'accostarvisi, ed il fermarsi dopo varj bilanciamenti sarebbe effetto d'un fisico meccanismo.

X.

Talvolta mutato per così esprimermi il punto di veduta, si sgombra il bujo delle dubbietà, e con chiarezza il vero si discerne dal falso. Coloro, che bramano di accertarsi della lor libertà, pongano attenzione alle operazioni dell'intelletto, e ne miei divisamenti mi tengan dietro. Se l'anima non è libera, tutto ciò ch'ella pensa, necessariamente dipende dalle azioni degli oggetti esterni, che passando per gli organi dei sensi, nella immaginativa si raccolgono, ed ivi alla mente si presentano, seguitando soltanto l'indispensabile connessione, che lega gli effetti colle cagioni. Sia pure la fantasia la sede dell'anima; egli è manifesto essere noi consapevoli di ciò, che in noi passo passo va succedendo: con questa legge però, che siamo sforzati a lasciarci trasportare dalla corrente de' fantasmi, che di tempo in tempo si svegliano, e che la nostr'anima è fatta unicamente per patire, e non mai per agire. I moti adunque corporei esercitano sopra lei il loro potere, senza ch'ella possa impiegare qualsivisia forza per modificarli a suo senno. Parmi di doverla paragonare ad uno specchio, che rifletta a' miei occhi le immagini di coloro, che passano per la strada, e perchè il cangiarle non è in mia balla, sono astretto a vederle tali, quali mi si offeriscono.

E se cotale si è la condizione, e la natura dell'anima umana, come la ho con pochi tratti delineata giusto la sentenza di coloro, che della libertà la spogliano; desidererei, che mi si spiegasse un fenomeno, su cui non si fa la debita riflessione; perchè tante fiate ci si affaccia, ch'è reso ormai familiare. Gl'idolatri, e i fantasmi, che occupano le immaginazioni degli uomini, e nelle differenti costituzioni, in cui ci troviamo, vanno continuamente vagando senza ordine, e senza discernimento, ed ora per così dire si destano, ed or si sopiscono, come mai ponno disporli da se medesimi con tanto ingegno, e maestria; onde nasca un lavoro di lunga lena, ed in tutte le sue parti regolare e perfetto, a cagion d'esempio l'Eneide di Virgilio, la Storia di Livio, e gli elementi d'Euclide? Le nostre visioni non pigliano forse norma dalla improvvisa comparsa degli obbietti estrinseci, dalle intestine agitazioni de' fluidi, e dai tremori de' solidi? A quante anomalie è soggetta la macchina del corpo cagionate dall'aere, dagli alimenti, dal riposo, dalla fatica, dal piacere, dal dolore, e da altre sì fatte innumerevoli circostanze? C'è dunque una probabilità minima a fronte d'una massima; acciocchè i fantasmi, e conseguentemente le idee, che ad essi rispondono, si combinino insieme con metodo, e con agguisatezza, e compongano una giudiziosa serie di pensamenti. Per la qual cosa l'intelletto dovrebbe sempre mai essere raggirato dalla confusione, e dalla stravaganza, e sarebbe un prodigio molto improbabilissimo ad accadere, se fra le migliaia di sconciature un parto ben organizzato uscisse alla luce.

Nella ipotesi assunta, in cui opererebbe soltanto la fisica necessità, quantunque si mantenessero intatte le leggi della Natura, o nella unione dal

del corpo, e dell'anima non s'interrompesse mai la catena delle cause, e degli effetti; con tutto ciò avuto riguardo ai nostri concepimenti, nulla di buono, e di ben concertato si produrrebbe. Ne desumo le prove dalla ebbrietà, dal delirio, e specialmente dal sogno. In tali incontri, ne quali si rallenta la briglia alla immaginativa, e le cagioni fisiche non temperate da una forza superiore esercitano tumultuariamente le loro azioni, e reazioni, è una maraviglia in quante strane guise si raccolzano i fantasmi, quanti spettri ci si affacciano, e quante vane affezioni c'ingrombrano.

Egli è vero, che le immagini del giorno fanno di se mostra nelle illusioni notturne; ma tanto guaste, e contraffatte, che pajono fortuiti i loro accoppiamenti; perchè stravagante oltre modo si è la connessione delle idee, e de' razziocinj. E scbbene tal ora un qualche sogno è degli altri più ragionevole, oltrechè ciò rarissime fiate interviene, dobbiamo avvertire, che le illusioni di chi dorme anno confacenza cogli obbietti, i quali seco noi anno commercio, mentre siam desti, e che la memoria, e le abitudini alle volte ripetono ordinatamente le affezioni sperimentate nella vigilia. Per altro si osservi, che il cieco non si sogna di vedere, nè il sordo di udire, e di parlare. Vanegerebbe senza fallo colui, che si credesse di soddisfare sognando ad un arduo problema geometrico, o di spiegare un astruso fenomeno fisico. Appresso bramerei sapere, qualmente potessero convenire gli uomini in una regolar società, qualora lasciata in sua balia la immaginazione, tirasse in consenso la mente, e la obbligasse a ragionare a suo senno. Io per me penso, che si formerebbe una ragunanza di pazzi, e di fanetici.

XI.

Invito que' dotti, che fanno a prova, quanto costi il meditare, e lo scrivere; acciocchè in succinto mi rendan conto del modo, con cui maneggiano i loro divisamenti. Quantunque fiate si procede a contemplare un subbietto, e si fa uno sforzo mentale per ben comprenderlo; prima d'ogni altra cosa si richiamano a memoria le idee confacenti, e si rifiutano le disperate. Si purgano, e si rischiarano quelle, che vengono a scelta, ora restringendole, ed ora allargandole, e sopra tutto rigettansi certe particolarità, che non fanno all'intento. Quindi si congiungono insieme, e si guarda la lor congruenza, o la lor discrepanza, e si mette lo studio nello stabilire i principj, basi fondamentali delle conclusioni, che passo passo da essi si deducono, facendo transito dalle più semplici alle più composte, e dalle più vicine alle più remote; attalchè si ordisce un lungo filo di verità successive, che formano una scienza intiera. Alle volte si chiamano in soccorso le proposizioni antecedentemente conosciute, e le presenti notizie colle anteriori si legano in passando per gradi dal noto all'ignoto. Poscia si rivolge l'attenzione alle analogie, e se ne fa uso, indi si considerano i metodi specialmente d'invenzione, e scelgonli i più appropriati. Finalmente si procura di concatenare insieme le illazioni, onde l'una nasca dall'altra, e dalle membra ordinatamente congiunte un corpo ben disposto risulti.

Qui

Qui termina il lavoro dell' intelletto, e si comincia a mettere in opera la fantasia. Nulla si è fatto, se ai ritrovamenti non si adattano i segni o delle parole, o delle scritture, e perciò si cercano le più chiare, e le più vive espressioni, che sian voleyoli ad imprimere nella mente altrui i nostri concepimenti. Dasi una occhiata alla varietà degli stili, e si confrontano a cagion d' esempio le maniere fiorite de' Poeti colle vementi degli Oratori, e le quiete de' Filosofi colle aride de' Matematici, e poi mi si dica qual tempo, qual industria, e qual fatica s' impieghi da chi ambisce d' essere annoverato nel catalogo degli Autori.

questo Ma ciò non basta: bene spesso dopo essersi lungamente raggirati per obliqui sentieri, non si sa trovare la strada, e bisogna farsi da capo, e talora abbandonar il soggetto tentato indarno, per ripigliarlo con miglior occasione a spirito quieto. Alle volte non ci soddisfa appieno il discorso, e si teme d' inciampare in qualche paralogismo, che frequentemente si scappre, e se rimane nascosto, viene per lo più accompagnato dal dubbio. Che se limpida, e chiara ci si svela la verità munita da una sincera dimostrazione, l' anima col senso interno talmente l' assaggia, che sicura di non ingannarsi si compiace di possederla. Appresso quante fiate dà luogo ai pentimenti, e alle ammendazioni, e succede ancora, che si tornino a correggere le correzioni medesime; conciossiachè ciò che oggi si ammette, dimani si ripudia, e ci vuole assai per isfuggire gli errori, per discernere il vero dal falso, e perchè i sentimenti, e le parole con tale agguilatezza si leghino, che ne restiamo intieramente appagati.

XII.

Ora come mai può ottenersi, che gli spiriti animali così placidamente fluiscano, ed i fantasmi così a proposito si risvegliano, non ostante il casuale interrompimento degli ebbietti, e le impressioni accidentali de' sensorj, di modo che un trattato di lunga indagine esca in pubblico non macchiato d' errori, come le opere di parecchi valenti Geometri: e non già solo, ma innumerabili in qualunque materia, cioè tutti quelli, che adornavano le antiche biblioteche, e riempiono le moderne: e non già nella eternità d' Epicuro, ma nel corso di pochi anni d' una breve vita, ne' quali taluno ha messo fuori tanti volumi, che appena si capisce, qualmente abbia potuto reggere alla sola fatica di scriverli, o di dettarli. Per le quali cose ripugna ai canoni della probabilità, che le immagini raccolte nella fantasia, e poste in agitazioni fortuite, rispetto massimamente al modo di apprendere, di giudicare, e di discorrere, si raccolgono una dopo l' altra con ordine, e con discrezione.

Si oppone altresì il gran principio, che le cagioni agli effetti corrispondano colla debita proporzione; conciossiachè dove gli effetti sono diretti dalla ragione, ivi risiede una causa moderatrice fornita di discernimento, che cammina con metodo, e non si lascia guidare dal capriccio. C' è dunque una potenza superiore, che tiene in freno le inferiori, e non permette, che svaghino a loro talento, e questa si è la mente umana, la quale

quale esercitando massimamente le operazioni dell' intelletto, comanda del sovrano, ed a cui gli organi interni, ed esterni con prontezza ubbidiscono, come i marinari al nocchiere, ed al capitano i foldati. Ad essa ne' suoi pensamenti si sottomette la fantasia, accompagnandoli con immagini appropriate, risponde puntualmente la lingua, e la mano; esponendoli in voce, ed in carta, e la memoria avvalorata dagli atti riflessi li preserva dall' obliivione. E se deviando o i sensi interiori, o le membra dalla preseritta agguisatezza, accade qualche lieve sbaglio; l' anima se ne risente, ed ammonisce se stessa ad interporvi le opportune correzioni.

Ma dove domina una forza regolatrice, e dove si ravvisa comando; ed ubbidienza, ivi c'è deliberazione, e scelta, per cui si abbraccia tutto ciò, che favorisce le nostre intenzioni, e si ripudia tutto ciò, che ad esse fa contrasto; dunque egli è evidente, che noi siam liberi; perchè la libertà nella elezione consiste, e perchè lo scegliere, e l' operare a suo senno è una cosa medesima.

I fenomeni, de' quali ho fatto parola; che ci mettono anzi gli occhi; in quali guise l' anima s' apra la strada alla intelligenza del vero, mi convincono appieno essere certissima la premessa proposizione, e falsa la contraria; insegnandomi la speranza, che quella s' appoggia ad una massima, e questa ad una tenuissima probabilità. Replico, che non mi si darà mai ad intendere (e con meco anderanno d' accordo gli uomini giudiziosi, e non preoccupati) che una lunga serie di sottili meditazioni, in cui riluce verità, e metodo, come i libri delle sezioni coniche d' Apollonio, o le mirabili invenzioni d' Archimede, sieno parti d' un combinamento accidentale di fantasmi, che per la testa de' citati geometri andavan casualmente girando; piuttosto che d' un intelletto profondamente inteso al fine proposto, in cui le idee, e le deduzioni regolarmente connesse nasceranno passo passo dall' esame, e dalla elezione.

XIII.

Bene spesso d' un astruso fenomeno abbiamo sufficiente contezza, e delle conseguenze altresì, che da esso derivano: ma delle cagioni produttrici, e del magistero, per cui si genera, siamo onninamente all' oscuro. Tale si è l' unione dell' anima col corpo, cioè d' una sostanza consapevole di se stessa con un' altra, che non fa di essere. Egli è impercettibile, qualmente le azioni, e le resistenze della materia si facciano sentire dall' anima, e passino in affezioni d' un genere superiore: ed all' incontro gli atti della volontà vincano l' inerzia del corpo, ed ai membri i movimenti imperati comunichino. Messe in disparte le cause occasionali de' Cartesiani, e l' armonia prestabilita del Leibnizio, pare a me, che mantenendosi un perpetuo scambievolmente commercio fra lo spirito, e la materia, e corrispondendo con leggi ferme, e serbata la debita analogia, le cagioni agli effetti: non si possa negare un mutuo fisico influsso. Di tale influsso mi accingo ad investigare le regole, le quali oltre certi limiti non trascorrono, e sono fornite d' alcune importanti proprietà.

E primieramente l'anima si vale di quelle forze, che secondò le circostanze nel proprio corpo ritrova, e se ne serve liberamente sino ad un dato segno, e non più; perchè non istà in suo potere l'accrescerle. Quindi ella soltanto supera una determinata indifferenza ristretta per un verso, e per l'altro tra confini ora più larghi, ed ora più angusti. Io comincio a camminare lentamente, indi a gradi accelero il passo, e poscia finisco con un corso incitato. Egli è certo, che non mi moverò mai così pigro, come una tartaruga, nè così veloce, come una palla di cannone. Se la volontà ciò comandasse, non farebbe ubbidita; avvegnachè la struttura de' nostri muscoli non è atta a simili movimenti o troppo tardi, o troppo celeri. Alle volte la stanchezza ci riduce a tale, che appena possiam passeggiare, e perciò fa d'uopo, che l'anima aspetti, che col riposo, e cogli alimenti il solito vigore si risarcisca. Diasi una occhiata ai fanciulli, ai vecchi, agl' infermi, e le frequenti sperienze c' insegneranno quanto poco in parecchi casi si estenda l'imperio dell'anima sopra del corpo. Desidera ardentemente un ammalato di muovere un braccio, e fa tutti gli sforzi per ottenerlo: e sebbene si ravvisa nel membro un qualche principio di esecuzione; tuttavia intieramente non succede l'effetto bramato. Non aggiungo esempj ad esempj; perchè la cosa è per se stessa palese, e conchiudo, che lo spirito non crea forze corporee, e fa uso semplicemente di quelle, delle quali il corpo è provveduto nella particolar costituzione, in cui si ritrova:

XIV.

Secondariamente: l'anima, ed il corpo insieme uniti sono in una perpetua lotta. Se la virtù dello spirito prevale, gli organi materiali per quanto possono, si uniformano alle sue prescrizioni: ma se all'opposto i sensorj sono o troppo languidi, o da soverchio impeto agitati; o la mente indarno gli stimola, o si lascia trasportare dalla corrente. Nel primo caso i fantasmi oltre modo torpenti, e le fibre inette ad oscillare con la consueta prontezza, mal rispondono ai conati della mente, la quale non sa cominciare, nè proseguire le sue operazioni, restando soltanto in esso lei la coscienza di certe affezioni fievoli, e indeliberate. Nel secondo caso gli organi in tumulto esercitano azioni così violente, che tirano in consenso l'anima incapace di reggerli, e di moderarli. Ella quasi direi sopraffatta dalla sedizione non discerne nè ciò, che si faccia, nè ciò, che si voglia; imperocchè la sua potenza è limitata, e siccome frequentemente è inabile a superare l'inerzia de' sensorj; così bene spesso dalla loro violenza si lascia vincere. Perchè dunque gli uomini facciano uso della ragione, e della libertà; egli è necessario, che sian posti in tale costituzione, che le resistenze, e le forze del corpo cedano al vigore dell'anima: altrimenti la bella prerogativa d'agire a nostro talento in noi si sospende, o a tempo, come negli ebbri, ne' deliranti, ed in coloro che dormono, o perpetuamente, come in alcuni pazzi, o nei resi affatto stupidi da un gagliardo tocco d'apoplezia.

Il celebre Cristiano Wolffio riconosceva in noi due stati, uno di percezioni distinte, e l'altro di confuse. Questa vista rischiarò alquanto le cose fin ora esposte; atteso che le nostre cogitazioni sono chiare, e ben ordinate, ogni qual volta l'anima esercita l'ufficio di causa agente, ed i moti corporali in qualità di effetti da essa prodotti al suo dominio si sotto-mettono. In una parola fa di mestieri, che le azioni sian nell'anima, e negli organi le appropriate reazioni. Ma nello stato delle percezioni confuse tutto al rovescio l'azione viene dal corpo, e l'anima è costretta a patirne.

Se i fenomeni ci fanno fede del vicendevole perenne contrasto fra l'energia della mente, e le forze del corpo, e che la vittoria piega ora da una parte, ed ora dall'altra secondo le varie disposizioni, in cui si rinven-gono; ne nasce di conseguenza, che le azioni, e i pensieri umani se-guitano il principio, da cui derivano: viene a dire sono ragionevoli, e li-beri, se l'anima regge il freno de' sensorj, e viceversa contraffatti, ed ir-regolari, se gli organi materiali per così dire si ribellano, e si usurpano so-pra la parte più nobile una spezie di tirannia.

XV.

Quantunque le particolarità da me notate sian a tutti cognite per via d'una intima speriienza; non mi somministrano però dati sufficienti per esplicar chiaramente l'unione dell'anima col corpo. Con qual artificio abbia Dio legato insieme il mondo spirituale col corporeo, onde dallo scambievole commercio un sol sistema risulti, e si conetiano per mezzo delle azioni, e delle reazioni sostanze di genere affatto diverso, è un arca-no impenetrabile, che supera di lunga mano la nostra capacità. Arrischio una conghiettura, ed osservo, che nella materia, oltre le proprietà inerti, e passive, cioè la trina dimensione, e la impenetrabilità, ed altre, che da esse immediatamente dipendono, c'è un non so che di attivo, e di sprito-so, cui si dà nome di forza. Tolte di mezzo le prime, la materia non suf-fisite: ma nel tempo stesso non è necessario, che sia dalla forza animata; perchè tanto nello stato di quiete, quanto in quello di movimento le so-stanze corporee la lor natura conservano. Ognuno agevolmente intende, che alla trina dimensione solida, ed impenetrabile può aggiugnersi il movimento di due elementi composto, cioè di massa, e di celerità, dai quali insieme moltiplicati la quantità del moto risulta: ma tal prodotto non esprime la forza viva. Chi si sarebbe mai avvisato doverli essa misu-rare dalla massa nel quadrato della velocità, e poi dividerli per il binario, e che persevera sempre la stessa, come è stata da principio alla materia partecipata senz'aumento, e senza diminuzione? Questa energia dal som-mo Facitore è stata nei corpi impressa, a fine che il nostro mondo non consista in una mole informe, ed oziosa; ma congiunte insieme l'estensio-ne inerte, e la forza viva, risulti un fisico equilibrio fra le cagioni produ-centi, e gli effetti prodotti, il quale con leggi ferme, ed invariate dà norma all'economia dell'Universo.

La predetta forza viva non solo passa da corpo a corpo, ma penetra per così esprimermi nell'anima, e ne cangia di tempo in tempo le interne modificazioni. Ed avvegnachè l'anima non è sempre in istato di percezioni confuse, e non è sempre costretta a patire, anzi facendo transito bene spesso alle percezioni distinte, si vale della sua libertà; egli è manifesto, che s'ella, come di sopra ho provato, non produce nuova forza negli organi; almeno a suo piacere la tempera, e ne muta la direzione. Ora l'esperienza c'insegna, che anco i corpi in tal guisa operano frequentemente, e la Medicina ce ne somministra gli esempi; dunque conviene dire, che generalizzando gli effetti simili da cause, che serbano fra loro qualche corrispondenza, debbe ammetterli nell'anima una potenza analoga alla forza della materia; onde si verifichi la vecchia sentenza: *Summum infimi attingit infimum supremi*.

Non si creda però, che quel non so che di attivo, che si ravvisa per così esprimermi innestato nell'anima, e nel corpo si trasfonde, sia una forza materiale. Questa non ha punto che fare colle innate essenziali proprietà della mente, cioè a dire colla coscienza, e colla riflessione, le quali siccome indivisibili, ed incapaci del più, e del meno, non si appoggiano all'estensione, nè alla forza viva, che non va mai dal moto disgiunta. Ed in ordine a ciò nella guisa medesima, che alla materia nel suo essere già stabilita si aggiugne la forza, per cui viene abilitata ad agire anche contro le sostanze immateriali; non è maraviglia, che cogli spiriti, i quali riflettendo sopra se stessi sono nella loro essenza compiuti, s'accoppi una specie di vigore atto ad operare contro le sostanze corporee.

XVI.

Fermiamci alquanto sul modo, con cui gli obbietti esterni per mezzo de' sensi esercitano sull'anima le loro azioni; perchè sappiamo, che su gli atti riflessi non an dominio. Influiscono dunque soltanto in quelle affezioni, che si chiamano sensibili, come i suoni, i colori, il dolore, ed altre di simil genere. Negli oggetti estrinseci c'è forza, ed azione, negli organi reazione, e resistenza, e nell'anima una specie di passione da lei sofferta o con piacere, o con disgusto, o con indifferenza; non essendo in suo arbitrio di spogliarsene, se non se con mettere alle volte il suo corpo in diversa positura. Queste affezioni, che ci ammoniscono a stare intesi alla tutela, e alla difesa delle nostre membra, quantunque siano realmente spirituali rispetto il soggetto, che in se le riceve, e colla propria coscienza le accompagnas; risentono però del materiale avuto riguardo alla origine, da cui derivano, e alle cagioni, che le producono.

E vaglia il vero: le sensazioni ora più fiacche, ed ottuse, ed ora più forti, e risentite cadono sotto l'idea generale della quantità; perchè ricre-scono, e si diminuiscono modificate da un doppio titolo, o dal differente vigore degli obbietti esterni, o dalla varia disposizione degli organi. Per la qual cosa fa di mestieri accoppiare questi due elementi per misurare le proporzioni, che passano fra le affezioni del medesimo genere: avvertendo

però, che benè spesso si fa transito dal positivo al negativo, per valermi d'una espressione analitica, viene a dire dai sentimenti grati ai noiosi. Così l'occhio sano sostiene un lume moderato, che si tollera dall'infermo, e così presta la mano in debita distanza dal fuoco, provo un calor blando, che mi ricrea, il quale coll'accollarla oltre il dovere muta natura, e si converte in un cocente dolore. Nei supplementi al Giornale d'Italia ho data alle Stampe una Dissertazione in tal proposito, ed alla dottrina ivi a lungo, e geometricamente spiegata rimetto il Lettore. Intanto aggiungo un'altra particolarità. Se le nostre affezioni sensibili non avessero qualche confidenza colla materia, e co' suoi attributi, io per me credo, che la mente umana non si farebbe mai formata l'idea della estensione. Non l'avrebbe certamente cavata dal fondo delle sue spirituali indivisibili percezioni; conciossiachè non c'è relazione di sorta fra l'intima coscienza, ed il moto locale, nè fra un atto intellettuale riflesso, e l'inerzia d'una massa in quiete. Per aver dunque piena contezza delle cose materiali egli è necessario, che lo spirituale si leghi col corporeo, e che le nostre sensazioni colla quantità estesa si accoppino. Ne dedumo la prova dalla vista, senso fra gli altri il più perspicace. I colori conforme altrove dimostrerò, sono nell'anima, e non negli oggetti, ma le figure risiedono del pari e nei corpi, e nell'anima: anzi sembra, che passino dai corpi all'anima, siccome i colori apparentemente tingono i corpi. Quando mi si presenta a cagion d'esempio il Sole sotto l'aspetto d'un cerchio palmar candido, o giallo, benchè sia imperfetta l'immagine, e ci voglia, come fanno gli Astronomi, un lungo e laborioso progresso di raziocinj per iscoprire la natura, e le proprietà di questo pianeta; ciò non ostante lo splendore circoscritto da una superficie rotonda, e contornato dall'azzurro del cielo mi dà della estensione una chiara, e distinta contezza. Veggio una parte fuori dell'altra, ed accorgendomi, che l'affezione colorata sta ristretta dentro certi confini, mi accingo, messa in non calere la tinta luminosa, a contemplare soltanto la figura circolare, e vengo in cognizione del diametro, della circonferenza, e di molte particolarità, per cui dalle altre figure il circolo si distingue, e così m'inoltro passo passo a stabilire i principj della Geometria.

XVII.

Mi volgo al lato opposto, e cerco in qual maniera l'anima eserciti il dominio sopra il suo corpo, e per mezzo d'esso giunga sino ad estenderlo sopra le cose, che sono fuori di noi, facendo però uso d'una limitata potenza. S'io consulto internamente me stesso, sono indotto ad opinare, che non si pongono in opera, salvo che gli atti d'una libera volontà. Comanda l'anima, che il braccio si muova, e si muove, che si fermi, e si ferma, e così vadasi dividendo. Ma depongo il pregiudizio, qualora mi avvedo, che per quanto sia efficace, e risoluto l'imperio della volontà, alle volte non si ottiene l'effetto; imperciocchè gli organi o troppo deboli, o troppo concitati non ubbidiscono. Pare dunque, che tra il volere della mente, ed il movimento delle membra non ci sia fisico influxo, nè debita analogia: e la ra-

zione si è, perchè in alcune circostanze il desiderio può essere veementissimo, e crescere a dismisura, onde divenga valevole a vincere qualunque resistenza: e pure non si consegue l'intento. Convien per tanto ammettere una facoltà, una energia addossata all'anima dall'Autore della Natura, analoga alla forza dallo stesso inserita nella materia. La prima ad ogni cenno della libertà mettesi in esercizio, ed abilita l'anima a poter usare o tutta, o in parte, e dirigere quà, e là a suo beneplacito la forza che nei membri del proprio corpo risiede. Con tale doppia efficacia, quantunque di genere affatto diverso, una superiore d'affai alla natura dei corpi, e che ad uno stato più sublime gl'innalza; l'altra di gran lunga inferiore alle menti, e che oltre la lor condizione le abbassa, mantiene Iddio Ottimo Massimo il vicendevoe commercio fra le sostanze corporee, e le spirituali.

XVIII.

Epilogando le cose proposte nel presente capitolo, ho fatto vedere; che le operazioni dell'intelletto ci somministrano una prova convincente appoggiata ai canoni della probabilità, che la mente umana è fornita di libero arbitrio, e se di tal facoltà ella fa uso, mentre piglia per obbietti il vero, ed il falso; chi avrà coraggio di affermare, che ne sia priva, quando si propone il bene, ed il male? Presa indi occasione ho messi in vista alquanti fenomeni, che nella unione dell'anima, e del corpo si osservano, e mi sono ingegnato di dare una conghiettura, come fra le due sostanze di genere differentissimo sia stato stabilito lo scambievoe maraviglioso commercio. Terminò con un importante corollario, ed è, che bisogna fare ogni sforzo non solo per mantenere, ma per accrescere sempre più l'imperio della mente sopra del corpo: lo che si consegue non senza fatica, replicando frequentemente gli atti della nostra libera volontà, che suo mal grado lo costringano ad ubbidire. Così appoco appoco s'introducono le mutue corrispondenti abitudini, le quali rispetto all'anima moltiplicano i comandi, e riguardano agli organi corporali facilitano le esecuzioni.

CAPITOLO DECIMONONO

Delle cause finali.

I.

IN ogni tempo, e da tutte le filosofiche sette è stata con calore agitata la famosa controversia intorno le cagioni finali, che fra tutte le altre è forse la più malagevole, e la più importante. Nel maneggiarla i Fisici antichi, e moderni appena anno posto attenzione ai fenomeni, e la decisione si è fatta piuttosto nascere, siccome una conseguenza derivata da que' principj, e da quei sistemi, che ai capi di partito è piaciuto di stabilire o ve-

ri,

ri, o falsi, ch'esser potessero; conciossiachè adornata una qualche ipotesi, che si reputa ferma ed invitta, e che si pianta per base de'nostri raziocinj; conviene ingoiare tutte le illazioni quantunque strane ed assurde, che da essa immediatamente stuiscono. Si creda, che il presente Universo sia parto o della temerità del catò secondo Epicuro, o d'una brutale necessità giusto Stratone; ne segue infallibilmente, che bisogna bandire dal Mondo le cause finali: scbbene esse in tanti incontri ci si affacciano, che senza ripugnanza della ragione negarsi non possono; perchè quali fini può mai prefiggersi un raccozzamento fortuito d'atomi, ovvero una materia insensata, che sempre ha operato in una maniera, e non ha per tutta l'eternità prescritto a se stessa alcuna regola di operare? Gli Epicurei ammoniti da un senso interno erano convinti, che gli uomini nelle loro azioni pigliavano per lo più di mira uno scopo, a cui diriggevano i mezzi per conseguire il fine proposto; e conseguentemente non credevano di doversi spogliare della libertà, ch'è il più bel pregio della natura umana, per servire al caso con una cieca condescendenza. Si sono per tanto immaginati di salvare il libero arbitrio, che porta con seco la scelta, e la deliberazione, introducendo negli atomi un minimo deviamiento dalla linea del piombo. La fantasia è così bizzarra, che ha mosso a riso gli altri filosofanti; avvegnachè capisca chi può, qual analogia ci possa essere tra la cagione, e l'effetto, viene a dire fra l'operare a nostro senno, e la sognata declinazione delle particole elementari. A buon conto le cause finali, che trovan luogo nella posizione di Epicuro, risiedono soltanto negli uomini, e dalla menzionata deviazione unicamente dipendono. Assai più rigidi, ed inesorabili si sono mostrati i fautori della necessità. A loro detta la libertà è una illusione, per cui le menti umane si lasciano fingano di agire a lor beneplacito, quasi che stesse in nostra balia il piegare la volontà ovunque ci piace; mentre è così strettamente connessa la catena delle cagioni, e degli effetti, che non può sciogliersi da qualsivisa forza. Ed in ordine a ciò il fato inevitabile con una non intesa violenza ci strascica dove ci pare di andar volontariamente; restando in noi la semplice credulità di valerci d'un arbitrio, che tale è in apparenza, ma in fatto soggiace ad una dura necessità.

II.

Della libertà umana già si è discorso abbastanza, in parlando de' casi noni della probabilità, e della Divina, quando si è favellato del principio della indifferenza. Nella presente ispezione pare a me, che abbiano calcolato un ottimo sentiero que'valentuomini, i quali dai fenomeni, e dagli stupendi artifizj della Natura anno cavate le prove convincentissime a favore delle cause finali, come il Nievvenzit, il Dheran, ed altri parecchi. Il celebre Signor Vallisnieri mio stimatissimo amico ad un cotale, che si era lasciato uscire di bocca, che i fisici, e i medici sono sospetti di miscredenza, seriamente rispose, che coloro, i quali studiano giorno, e notte il gran libro della Natura, veggono Dio da per tutto, e che in ogni minima creatura

fi

si contempla, come in uno specchio, e per dir così di riflesso, l'onnipotenza, e la sagacità sapientissima del Creatore.

III.

Per agevolarmi la strada, che non è così piana, come altri si danno a credere (avvegnachè non tutti gli argomenti, e le conghietture, che a pro d'una vera sentenza si recano, sono di peso uguale, e bene spesso una buona causa mal si difende) mi si permetta di trattenermi alquanto sopra i fini, che alla giornata gli uomini si propongono. Questi, che finalmente sono lavori d'una perspicacia assai limitata, qualche volta suonerano di lunga mano i popolari concepimenti, e tal fiata a stento vengono capiti dagli intelletti più svegliati, massimamente se c'entra la novità accompagnata da un non so che di sublime, e di straordinario. Ma perchè meglio con un esempio appropriato, che con una lunga diceria mi verrà fatto di spiegare la mia intenzione; deliberi un Principe di munire una piazza, valendosi de' nuovi metodi del Lansberg, o dell'Erbort. Non c'è zottico, che non intenda, che si pianta un forte arnese da fronteggiare il nimico, e fargli perdere in caso di guerra il tempo, e la gente sotto una Città atta ad opporsi con una valida resistenza. E tale si è il fine principale inteso dal Sovrano. Ma potendo costruirsi una fortezza più o meno robusta, fa di mestieri penetrar ben addentro i fini particolari dell'architetto. Quanti invitati dalla curiosità si porteranno sopra il luogo per veder a nascere, ed a crescere appoco appoco la recente fabbrica: e pure fra tanti uno forse non ce ne farà, che comprenda di fondo l'artificio del bravo ingegnere. Chi saprà dire, per qual motivo si facciano staccate le opere capitali, perchè gli esteriori si tengano scarni ne' terrapieni, a qual fine si formi un intralciato laberinto di linee, con moltissime altre circostanze, che ometto per brevità? L'architetto fa render minuto conto d'ogni angolo, e d'ogni dimensione, facendoci accorti, che qualsivoglia picciola parte fa all'offesa contrasto, ed avvalora la difesa. E per ottenere ciò quanti raziocinj, e quante avvertenze ci vogliono, che vincono di molto le corte riflessioni di coloro, che non sono del mestiere, ed appena fanno quattro nomi concernenti l'architettura militare.

IV.

Qui muovo un altissimo volo, e dalle fatture umane m'inoltro a contemplare l'Univerſo opera imperſcrutabile uscita dalle mani d'un Dio. La ragione mi documenta, che il sommo Facitore nel produrre il Mondo non si ha prefisso altro fine, che se medesimo, e nel tempo stesso ha voluto dar un saggio alle sostanzie ragionevoli del suo potere, della sua scienza, e della sua bontà. Qualmente siasi egli adoperato nel lavoro della vasta mole, una mente limitata non giugnerà mai a capirlo, e molto meno l'intelletto umano annebbiato da' sensi, i quali oltre l'essere fiacchi, a pochissime cose con la debita distinzione si applicano; laonde diceva ottimamente il Galileo, che la Fisica è una facoltà tanto sublime, e trascendente, che solo Iddio
la

la fa tutta, e gli uomini, per quanto studio ci mettano, non arrivano a saperne salvo che una menomissima particella. Per la qual cosa investigando noi i fini delle divine maravigliose strutture, fa d'uopo, che ci guardiamo dall'abbracciar troppo; perchè nulla si strignerà. Conviene dunque appigliarci al partito di considerare un qualche subbietto in se stesso, e con poche relazioni ai soggetti analoghi, e non tutto intiero, ma a parte a parte; imperocchè qualunque corpo, e massime vivente, ed organizzato con artificio è un Mondo in compendio; ed epiloga proprietà innumerabili, e tali, che per discernerte ad una ad una, e combinarle insieme, onde la totale economia ci si faccia palese, il criterio dei sensi si perde, l'immaginativa non regge, e viene meno il lume della ragione. E se per così dire ci opprimono certi oggetti, che sono alla nostra portata, che ci stanno continuamente anzi gli occhi, e su i quali ci è concesso d'istituire, e di replicare a nostro piacere gli esperimenti; farà una stolta presunzione il crederci capaci di sfendere la vista alle cose oltre modo da noi rimotissime, delle quali appena ci è nota l'attuale esistenza. Contentiamci di quel poco, che può comprenderci, e ringraziamo la benignità del supremo Artesice, che non ci ha lasciati onninamente all'oscuro, e che tra il bujo della nostra ignoranza spande alcuni barlumi di verità, per cui si vede adombrata la maestà del Creatore nel magisterio delle creature.

V.

L'antica Scuola di Stratone soprannomato il fisico dichiarata nemica delle cagioni finali si persuadeva di opporre ad esse l'argine insuperabile della necessità, e l'empia dottrina si è pur troppo a giorni nostri propagata per l'Europa tutta dagli Obbesiani, e da' Spinosisti. Ma ci verrà fatto di disingannarci, e di scoprire il sofisma nascosto sotto un vocabolo, cui nessuna idea corrisponde, qualunque volta porremo attenzione, che per quanto sieno strettamente legati, ed insolubili i vincoli d'una fatale necessità, e che per quanto sieno inviolabili le leggi fondamentali della Natura, e massime quelle, che immediatamente dall'essenza della materia estesa, ed incerte dipendono, onde col mutarle vegna essa ad annichilarsi; ciò non ostante non si reputino così pervicaci, ed intrattabili, che non sottopongansi bene spesso al gran principio della indifferenza. Siano pure fermi, ed in tutto il loro vigore i canoni appoggiati ad una incommutabile verità metafisica, o geometrica, non ci è disdetto, senza che soffrano alterazione di sorta, di applicarli ad un qualche fine, ed obbligarli a servire ai nostri bisogni. E ciò si ottiene col mescolare insieme sostanze diverse; col modificare le grandezze de' corpi, i siti, le figure; col diriggere a nostro beneplacito i movimenti, ed aumentare, e diminuire le forze; collo scegliere le materie appropriate, e valersene a luogo, e a tempo, ed in cento altre maniere, che stimmo soverchiosi di annoverare partitamente. Il paralogismo dunque degli Avversari in ciò specialmente consiste, che anno dato troppo peso al fato, ed alla necessità, e si sono immaginati di spogliarla d'ogni indifferenza, la qua-

quale, vogliano o non vogliano, è infinita, ed in guise infinitamente infinite opportunamente si adopera. Tengasi per fermo, che tra l'indifferente, ed il necessario non c'è la ripugnanza, e l'opposizione tanto vantata dai Stratonisti, e che questi due attributi, sebbene in apparenza contraddittorj, agevolmente si accoppiano, e si conciliano.

VI.

Abbiassi un mortajo a bombe, e se ne voglia far volar una per quell'oggetto, ch'io mi prefiggo. Acceso il foco nello spiraglio, non istà certamente a me il moderare l'efficacia della polvere, nè alterare la strada del mobile, il quale fisicamente descrive una Parabola Apolloniana, nè atterire, o avvalorare la forza del colpo misurata dalla massa, dal quadrato della velocità, e dall'angolo della incidenza. Su gli effetti, che dipendono dai dati, e dalle leggi immutabili della Natura io non ho arbitrio; posso però temperarli in mille maniere, e far sì, che a' miei particolari disegni ubbidiscano. Chi mi vieta di accrescere sino ad un certo segno la dose della polvere, per portare più da lontano l'estermio, e riempire la cavità delle bombe di paste incendiarie, per ottenere più prontamente la resa d'una fortezza? A me s'aspetta voltare ovunque mi piace la lor direzione, procurare il massimo tiro, piegando il mortajo ad angolo seniretto, conseguire, che descrivano una determinata parabola, ed appresso, che per due differenti archi parabolici vadano a ferire lo stesso scopo, secondo che più mi torna in acconcio. Tutto ciò sta in mia mano: ed avvegna che io non turbi nè poco, nè molto il meccanismo della Natura; del meccanismo medesimo io mi vaglio a mio piacere: attalchè non solo adatto ai fini da me intesi le forze naturali, come nell'allegato esempio, ma sforzo, per così esprimermi, le cause fisiche ad operare a mio talento, e a produrre innumerevoli effetti, che non farebbero mai comparir nella presente costituzione di cose, e che dall'industria degli Uomini vengono introdotti ad onta della supposta fatale necessità.

VII.

Non mi si facciano incontro gli Oppositori col dirmi, che il destino regge il freno della volontà umana, e che con una segreta violenza la spinge inevitabilmente verso dove la concatenazione insolubile delle cagioni la guida. Eglino tentano indarno di disgiugnere il fato dalla indifferenza, e l'obbiezione allegata servirà, se mal non mi appongo, a maggiormente convincerli. E vaglia il vero, quale strana necessità si mette a campo, la quale va, non si sa come, alla foggia, e tutto di cangia veggio? Se diamo un'occhiata ai magisterj della Natura, essendo il sistema già stabilito, e moderato dalle sue leggi, si osserva una costante regolarità di cose, ed una successione ordinata di fenomeni; per guisa che l'aspetto generale del Mondo presente non è guari diverso da quello, che mille anni fa si affacciava a' nostri antenati. E sebbene si danno degli effetti ordinarj, che alla giorn-

nata ci si presentano, o seguitano il corso delle stagioni, ed altri appresso, che di rado compariscono, siccome nascenti da un combinamento di cause, che richiedono un lungo tempo per raccozzarsi; si sappia però, che nulla mai spunta di nuovo, e che degli avvenimenti insoliti si conserva una qualche notizia nelle memorie de' secoli trasandati. Delle Aurore Boreali negli anni della mia gioventù non si aveva contezza, se non se in quanto parecchi Scrittori ce ne somministravano oscuri gl' indizj, ma di tante leggiissime favolette infrascati, che non se ne poteva formare idea. Giusto la frase di Livio ora in un luogo, ed ora in un altro s'era veduto arder il cielo; toccandosi con ciò la principale apparenza, e tacendosi le circostanze. Ma nell'età posteriori, alzati questi fenomeni dalla rozzezza, e dal terrore de' popoli al posto di prodigj, si è riscaldata talmente la fantasia, che si è riputato azzuffarsi in aria due eserciti, che l'un contro l'altro rabbiosamente pugnassero con arme infocate, e poco ci ha voluto, che non si udisse il fragore delle trombe, e de' tamburi. Queste materie negli ultimi tempi ci sono, quasi direi, rese familiari, ed a forza di farsi vedere si sono spogliate del mirabile, di cui dalla superstizione erano state vestite. Due d'esse han fatto mostra di se in Trivigi, dove io soggiorno, l'anno corrente 1750: la prima assai languida, e di poca estensione, la seconda molto più forte, e per maggior tratto di paese visibile. I Matematici Francesi, che, per accertarsi della figura del globo terraqueo, si sono trasferiti nella Lapponia, ci assicurano, che le aurore sono così frequenti nelle regioni Settentrionali, che ogni notte fanno la loro comparsa, e non solamente verso il polo, ma a tutti i venti: lo che una sol volta nel nostro clima a mia memoria si è osservato da' Bolognesi, i quali ne anno mirata una girare la stessa notte per tutto l'orizzonte. Io per me penso, che se si avesse alla mano una storia esatta degli eventi straordinari, i quali si reputano maravigliosi, perchè raramente accadono, se ne scoprirebbero i periodi, e si ridurrebbono alle regole della probabilità.

VIII.

Sopra innumerabili avventure della natura umana il senso interno ci ammonisce, che abbiamo o nulla, o pochissima potestà. Non siamo a parte della maravigliosa struttura de' nostri organi, nè della incomprendibile maniera, per cui si propaga la specie; attalchè se la quotidiana sperienza non ci certificasse del fatto, si crederebbe forse impossibile. Appresso non tocca a noi il prescrivere, che presso poco nascano tanti maschi, quante femmine, e che la vita degli uomini in generale si restringa ai venti anni in Inghilterra, ed a vent'uno in Italia, conforme risulta dai computi, da' quali ha tratti l'incomparabile Cavalier Nevvton i suoi nuovi canoni cronologici. Queste, ed altre particolarità ad una superiore provvidenza appartengono, e siccome derivate da una economia di cose fabbricata, e disposta con un lavoro eccedente di lunga mano la nostra capacità, ci vuol poco a riconoscerle, che il caso, e la necessità a tanto non ponno giugnere.

IX.

Il Mondo fisico col girare de' secoli non muta aspetto: ma tutto al rovescio interviene in un'altra sorta di Mondo, ch'io chiamerò civile, ed artificiale; su cui l'uman genere giustamente si arroga un pienissimo arbitrio. Crescono di giorno in giorno le invenzioni degli uomini, e sono stupendi i progressi delle scienze, e delle arti onninamente ignoti all'antichità. Basta riflettere a qual grado di perfezione è salita la Geometria, e l'Analisi, sino a maneggiare con franchezza le quantità infinite, e le infinitesime. Quante novelle scoperte si sono fatte nell'Astronomia, e massimamente accostando gli obbietti celesti ai nostri occhi con l'aiuta della Diotica? Quante nella Meccanica degli equilibri, e de' movimenti, ed intorno le leggi delle forze vive, e delle morte continuamente applicate. Non avcan sentore i vecchi maestri dei canoni della probabilità, che danno norma agli affari politici, e molto meno dell'uso delle serie, le quali servono a tale astrusa ricerca. Che diremo delle arti secondissime di recenti ritrovate? Metto da canto gli orologi a ruote, i telescopi, i microscopi, i barometri, i termometri, le macchine del Boile, e cento altri ordigni, da cui tanto profitto ha tratto la Fisica. Chi non sa, che l'arte della guerra ha cangiata faccia e per l'offesa, e per la difesa, e che in modo affatto diverso si costruiscono le fortezze, e si dirigono le battaglie terrestri, e marittime? In somma il Mondo de' nostri progenitori non ha punto che fare col nostro, e differentissimo sarà quello de' nostri nipoti: non già perchè si sconvolga in conto alcuno lo stile costante della Natura; ma perchè la sagacità umana va tuttodì rintracciando nuove maniere di applicare a' suoi disegni le forze, e le leggi della Natura medesima, valendosene non mai col disgiuinarle, o col riformarle, ma semplicemente col far uso di quella indifferenza, che in esse a suo profitto ritrova, e che soggiace a suo beneplacito.

X.

Ora se la nostra libertà è una pura immaginazione, per cui gli Uomini delusi dall'amor proprio adulan se stessi, mentre son astretti ad operar necessariamente; dimando per qual motivo nelle azioni umane la necessità inesorabile con tanta varietà si accompagna. Non arrivo a capire qualmente il fato si scordi de' suoi vecchi artifizj, e comparisca vestito alla foggia, e con que' soli abbigliamenti, de' quali gli uomini di età in età successivamente l'adornano. Non c'è necessità alcuna, per cui nella eternità addietro ci dovessero essere i tubi Catadiottici di moderna invenzione dell' Insigne Cavalier Nevvton: avvegnachè per le memorie, che ci rimangono, non s'è fatto in parecchie migliaja d'anni uso degli occhiali, stromenti tanto semplici per confortare la vista. Arroge, che internandosi col pensiero nell'infinito corso del tempo anteriore, ed adottando le idee de' menzionati filosofi, si dee credere, che in qualunque stagione gli uomini non vivessero scioperati, e che non mettersero studio in procurarsi gli agi, e i piaceri, e

nel-

nello scalfare gl'incomodi. Ma che in altro tempo, quanto si voglia rimoto fusistesse un combinamento di cose similissimo al presente in ciò, che concerne la perfezione delle scienze, e dell'arte, il regolamento de' governi, delle leggi, delle costumanze, e de' commerzi; la varietà delle lingue vive succedute alle morte, e che in progresso morranno senza speranza di rinascimento; per me dico essere questa un'ipotesi affatto impossibile, non ostante la pretesa passata eternità; e molto più assurda ancora, se si porta ai secoli venturi, ne quali fra le infinite differentissime combinazioni una particolarissima non se ne può raccozzare; perchè l'avvenire, per quanto si estenda, non varca mai, come altrove ho notato, oltre i limiti del finito.

XI.

E se così è, si conchiuda, che la necessità, la quale fa lega coll'incostanza, distrugge se stessa, e per formarne l'idea, fa d'uopo mescolare insieme le contraddizioni; laonde quanto più si sviluppa, tanto meno s'intende. Per la qual cosa sono persuaso, che la necessità di Stratone, ed il caso Epicureo, sebbene pajono direttamente opposti; tuttavia alla fine si uniscono, e si confondono: conciossiachè ivi signoreggia la fortuna, dove non c'è un principio ragionevole, che dia norma agli accoppiamenti. In vece dunque, che la necessità regoli le azioni umane con quell'uniforme tenore, che ne' prodotti naturali si ammira, convien dire, ch'essa proceda a salti, e che sia, per così esprimermi, necessitata a servire ai capricci degli uomini, mentre muta aspetto di secolo in secolo, e fa di se mostra disquisata in innumerevoli maniere.

XII.

La costituzione di cose, in cui viviamo, a guisa d'una repubblica ben fondata, è diretta dalle sue leggi, che non si possono trasgredire; conciossiachè le creature, che ci sono state introdotte, stabilite nella loro particolare natura, si trovano dotate d'alcune proprietà essenziali, che non ammettono alterazione. A cagion d'esempio si annichila onninamente la materia collo spogliarla della estensione, della impenetrabilità, e dell'inerzia; nè si darà commercio tra corpo, e corpo senza l'azione delle forze morte, senza la ripugnanza a cangiare stato; e senza che si mantenga l'uguaglianza fra la cagione, e l'effetto. Siano pure queste leggi, ed altre di simil tempra appoggiate ad un'evidenza o metafisica, o geometrica, e conseguentemente inviolabili; soggiaceranno ciò non ostante ad una infinita indifferenza, come si è testè dimostrato. E se gli uomini a lor talento se ne servono, facendole ubbidire ai disegni, che si propongono; sarà ben temerario colui, il quale contrasterà al sommo Facitore una tale prerogativa, che a Lui in grado supremo, e trascendente compete. Per ora non metto in prospecto, che fra tutte le creature possibili Iddio chiama dal nulla quelle, che a' suoi fini generali, e liberali più si confanno, e le altre, delle quali

non possiamo aver idea, giacciono nell' abisso della sua Onnipotenza. Sia stata prescelta la materia corredata de' suoi essenziali attributi. Si stabilisca un limite alla sua grandezza, ed un altro alla sua divisione, e si determini quella quantità di forza, di cui si vuole animarla; non peranco si è fatto tutto ciò, che dee farsi, e fin ora non arrivo a capire, qualmente da tal mole rozza, ed indigesta esca alla luce un Mondo in ogni sua parte compiuto. Convien dunque disporla, ed organizzarla, distribuendo con ineffabile maestria le masse, le figure, ed i movimenti; onde risulti il meccanismo, e la simmetria de' prodotti. Nulla otterrassi mai di ben ordinato, se non si ricorre alle cause finali regolatrici dell' opera, dalle quali vien eletto sempre il buono, e talvolta l' ottimo: altrimenti l' agire senza prender di mira un fine è lo stesso, che introdurre il disordine, ed appigliarsi al cattivo, e spesso fiate anche al pessimo.

XIII.

Ed in vero chi sarà così stupido, che ne' lavori, che ci si affacciano, non ravvisi l' intenzione dell' Artesice? Ho letto, e poco importerebbe, se fosse falso il racconto, che i Chinesi, nazione per altro colta, e svegliata, in vedere la prima volta i nostri piccoli orjuoli a ruote, che segnavano l' ore con agguiatezza, si diedero a credere esser questi tanti animaletti forniti di senso, e di cognizionc. L' inganno nasceva da ciò, ch' egli non capivano, qualmente potesse l' industria umana fabbricare macchinette, che batteisser così giusto, e camminassero con tale ammirabile regolarità. Per la qual cosa ad un posto superiore le alzavano, collocandole fra i viventi, i quali anno in se stessi il principio del lor movimento. Attribuivano costoro alla Natura le invenzioni degli Uomini intesi a misurare il tempo, ed imitavano in qualche modo l' errore degli antichi Filosofi, i quali contemplando i globi celesti costanti nelle loro perenni rivoluzioni, pensavano, che fossero animati, o almeno assistiti dalle intelligenze, e ne fecero tante Deità. Egli è una stravaganza l' ascrivere alla macchina la perizia del maestro, che per un qualche fine l' ha fabbricata, e ad un qualche uso l' ha destinata. Nelle fatture artificiali rarissime fiate, e per poco tempo ha luogo l' equivocazione: ma ne' prodotti della Natura alcuni filosofanti troppo audaci opinano tutto al rovescio. Egli non si reputano veri fisici, se non escludono le cagioni finali, e non negano sfacciatamente l' arte, e l' artesice. Non così anno coraggio di ragionare in parlando, per valermi d' un qualche semplicissimo esempio, o d' un cannocchiale, o d' un orologio; e poscia mutan linguaggio nel discorrere d' un occhio, o d' un corpo organico: ma sia detto a lor confusione, si mostrano affatto ignari della Diottrica, e dell' Anatomia; mentre o non conoscono, o fingono di non conoscere, che tra le macchine lavorate dagli uomini, e quelle, che si fabbricano dalla Natura, ci passa un incomprendibile divario, avuto riguardo tanto al fine inteso, quanto alla maestria di ridurlo all' esecuzione.

XIV.

XIV.

Qual intelletto farà capace, non dico già di costruire un occhio vidente, ma nè meno d'intenderne esattamente la simmetria accompagnata dalle moltissime, e minutissime particolarità, che si richiedono a perfezionarlo? Facendomi poi scala dalla parte al tutto, chi si darà vanto di comprendere da capo a fondo l'economia d'un animale, e massime lo stretto collegamento delle membra, ed il mutuo rapporto degli organi, e de' sensorj? Un vasto campo mi si aprirebbe: ma basti per ora il riflettere, che diversamente lavorati sono gli occhi de' quadrupedi, degli uccelli, e de' pesci: anzi nella medesima specie si ravvisa una curiosa varietà, come ne' volatili notturni, nelle talpe, ed in parecchie bestie, le quali chiamansi anfibiae; perchè abitano del pari in terra, ed in acqua. Metto da canto gl'insetti, che distribuiti in generi totalmente disparati, non ci danno agio e per la loro picciolezza, e per la lor moltitudine di farci sopra le opportune osservazioni. Ristringendomi a poche cose confidenti all'assunto, noto soltanto, che gli animali terrestri sono provveduti d'una vista al loro stato proporzionata, cioè distinta da vicino, e da lontano confusa; per guisa che gl'obbietti in distanza o non si veggono, o mal si discernono. All'incontro gli uccelli, che deono spaziare per le vaste regioni dell'aere, anno l'occhio differentemente conformato, siccome quelli, che abbisognano d'un sensorio idoneo ad iscoprire dall'alto gli alimenti per lungo tratto remoti. Ne' pesci poi i raggi visuali patiscono una, o due refrazioni dall'aria all'acqua, e dall'acqua agli umori dell'occhio, ed in ordine a ciò si richiede una particolare struttura nell'organo, onde collocato nell'uno, e nell'altro fluido si adatti a visioni diverse, e quanto basta distinte. Il bello si è, che la Natura non falla mai, nè pianta in fronte di un cane le pupille d'un'aquila, ovvero quelle d'un cavallo nella faccia d'un delfino. Ora io non so, qualmente possa affermarsi, salva la buona fede, e la filosofica ingenuità, che gli occhi non sono già fatti per vedere, ma che da noi, e dagli altri animali intanto si vede, in quanto per avventura ci siamo trovati con due occhi in testa; di modo che deggia aver luogo in qualunque incontro la strana proposizione dell'Epicureo Lucrezio: *quod natum est, id procreat usum*.

XV.

Noi nè punto nè poco siamo a parte dell'interna maravigliosa struttura del nostro corpo; e siccome un oriuolo cammina in giro, e distingue accuratamente l'ore diretto da un arte, che in esso non risiede; così dagli uomini si fa uso de' loro organi, senza saperne il recondito magistero, o almanco senza porci avvertenza. Per averne una qualche superfiziale contezza fa di mestieri prendere ad una ad una le parti, di cui siamo composti, per obbietti delle nostre ricerche, e minutamente esaminarle cogli ordigni anatomici alla mano, e coll'ajuto dell'anatomia comparata; indi per inve-

sti.

stigarne gli uffizj, e gli usi conviene ricorrere alla Geometria, alla Meccanica, e all' Idrostatica. Con tanti libri, che in tal proposito si sono dati alla luce, e con tante diligenze praticate siamo, starei per dire, quasi da capo: e quantunque ogni giorno s'impari, e si corregga, e si aggiunga; quel poco, che si fa, non è comparabile con ciò, che ci resta a sapere.

XVI.

Qui viene a festa una lepida fantasia, che non si vuol trascurare. Giusto le idee de' menzionati Scrittori, nemici aperti delle cagioni finali, il caso, o il fato aprono scuola di Scienze, e particolarmente di Fisica, e ci danno lezione: ma cosa c' insegnano mai questi personaggi immaginari, e questi maestri di scena? Eglino si mostrano parziali, e non trattano del pari i loro discepoli, che vivono in varie regioni, ed in secoli differenti. Quando si è scoperta l' America, que' popoli erano ignorantissimi, e tali per necessità, la quale adesso va mutando faccia, mentre principiano a coltivarla. I Cinesi non si defraudano della debita lode in linea di sapere: sebbene stanno indietro per lungo tratto dagli Europei. Pare, che le dottrine siano riserbate agli abitanti dell' antico Mondo; non lasciano però di trasmettere passo passo da paese a paese. Fiorivano ab antico in Egitto, in buona parte dell' Asia, e nella Grecia intiera. Abbandonata la loro sede, e divenuti zotici gli Orientali, si ricoverarono in Occidente, ed oggidì penetrarono nell' ultimo Settentrione. E' bene stravagante una necessità, che cangiando incessantemente tenore, e legandosi ora coi climi, ed ora coi tempi, si scorda di se medesima. E' ben ingegnoso il caso, che non contento di aver creato un solo Universo con un fortuito combinamento d'atomi, ogni dì ce lo muta in mano, ed innumerabili ne produce di simile perfezione forniti. Dasi una scorsa alla storia della Natura, e scopriremo ad evidenza, che posta attenzione ai fenomeni, nulla questi ci mettono innanzi di assurdo, di temerario, e di fregolato. Da per tutto si ravvisa un fine giudizioso, ed una industria sagace. Dappoichè con istento siam giunti a capire rozzamente la simmetria d'un corpo organico, il rapporto delle parti col tutto, e la connessione de' membri componenti un sistema, entriamo seriamente in noi stessi, e consideriamo, se mai la ragione umana, la quale ne' suoi lavori mostra il suo ingegno, si sarebbe avvisata d'impiegare la millesima parte degli artifizj posti in opera dalla Natura. E se così è (conciossiachè non bisogna fermarsi soltanto sulle nozioni generali, e metafisiche, ma discendere al particolare, e penetrare ben addentro l'economia de' fisici producenti) dobbiam confessare, che quand'anche, se non altro per via d'ipotesi, si ammettesse la fortuna, e la necessità, con esso loro indispensabilmente la sapienza si accoppia. Appresso dove signoreggia la sapienza, c'è il potere, e la scelta, e queste prerogative, che senza una manifesta contraddizione non ponno disgiugnersi, uno, o più fini sempre rimirano, e fanno sì, che la materia, che della indifferenza non mai si spoglia, ai premeditati disegni prontamente ubbidisca, e ad una volontà superiore si sottometta. Per le quali cose chi totalmente non si accieca a traverso la

ncb-

nebbia d'un immaginato necessario, o fortuito vede trasparire un lume chiaro di consiglio, ed di provvidenza. Esaminata dunque profondamente la materia, il fato, ed il caso, due idee, o per dir meglio, due nomi vuoti di senso inventati dall'empietà, per cancellare nella mente degli uomini l'anticipazione d'un Essere supremo, e per isgravarla dalla sollecitudine di riconoscerlo, e di temerlo; con tutte le specolazioni, e con tutte le sottigliezze del mondo non si ridurranno mai a tale, che nella gran fabbrica dell'Universo non apparisca più splendido della luce del mezzo giorno l'assoluto dominio, e l'ammirabile magistero d'una causa prima, indipendente, e corredata d'una infinita possanza, e d'una intelligenza infinita.

CAPITOLO VICESIMO

Della Induzione.

I.

TAl uno prenderà maraviglia, che avendo io discorso a lungo del principio della Uniformità, mi accinga ad impiegare due altri Capitoli per ragionare della induzione, e dell'analogia, che sono due rami, i quali spuntano dal medesimo tronco. La materia per così dire mi cresce anzi gli occhi, e chiunque ha una mediocre contezza della Storia filosofica sa benissimo, quanto uso della induzione abbiano fatto gli Antichi, o pure quanto se ne siano frequentemente abusati. Il sentiero è lubrico, e chi non lo cammina con piè fermo, e sospeso, ad ogni passo corre rischio di sdrucchiolare. Le induzioni o troppo lontane, o troppo estese sono la copiosa fonte dei paralogismi, ed io penso, che Socrate presso Platone per confondere e debellare colle proprie lor arme i Sofisti, i quali in Grecia menavano tanto fracasso, si valesse di questa maniera fallace d'argomentare. Io non mi prefiggo per iscopo se non se le induzioni fisiche; e se io volessi tessere un catalogo di tutte quelle, che per essere o false, o imperfette, o equivocate anno data occasione ad innumerabili sbagli, dovrei servirmi d'una lunghissima induzione, senza mai forse venirne a capo. Per la qual cosa mi restringo a suggerire alcuni avvertimenti necessarij, per valersi utilmente del principio delle induzioni.

II.

Attesa l'impossibilità d'averle generali, e compiute, a cagione che noi siamo presenti ad una picciolissima parte dell'Universo, e conseguentemente ad un tratto angusto le nostre osservazioni si stendono, per supplire in qualche maniera alla mancanza siamo astretti a rifuggire alle prime originali nozioni. L'uomo si forma l'idea delle cose al di fuori, o per le proprietà, che in esse risiedono, o per i sentimenti, che in lui producono.

Col

Col mezzo di queste affezioni, o per dir meglio dei loro aggregati, si forma nella mente un concetto delle cose quanto basta chiaro, e distinto, onde l'una dall'altra si separa, e per ajuto della memoria a cadauna il proprio nome s'impone. Qualunque volta ci si presenta una massa fluida, diafana, insipida, non colorata, non odorosa, e fornita d'una mezzana specifica gravità, diciamo francamente, questa è acqua, ed alla unione delle premesse qualità ne abbiamo talmente legata l'idea, che qualora in un liquido non si ravvisano, affermiamo con pari franchezza, che non è acqua.

Quantunque l'induzione sia bella e buona, e ci somministri un canone generale per distinguere i misti, e disporli sotto i loro generi; non ostante ciò è soggetta ad alquanto irregolarità. Acque colla debita modificazione si appellano certi liquori in parte simili all'acqua, come l'acquavite, l'acqua di melissa, e che so io, i quali per via del gusto, e dell'odorato si riconoscono. Ma se ci viene esibito un bicchiere d'acqua cavata col mezzo della distillazione dall'erbe insipide, si prende facilmente per acqua di fonte, ed in tali incontri zoppica l'induzione; perchè i criterj della dissomiglianza sono oltre modo reconditi. Non s'ingannerà però colui, che a bere acqua continuamente assuefatto sente in essa la differenza de' sapori più ottusi, e nè meno un Fisco, che fa esaminare le acque fattizie con varie prove, e massimamente in veggendole agghiacciate, dall'orditura del gelo s'accorgerebbe, che non sono acqua comune.

La similitudine delle cose ci fa cadere bene spesso in errore, e quindi anno prefo occasione gli Artefici di mala fede di falsificare tutto di le merci di maggior costo. Nè soggiacciono solamente agli equivochi il vulgo ignorante, ma talvolta anco gli uomini più sagaci, ed i Chimici stessi, che rispetto ai lavori della Natura altro non sono che popolo. Mi sono abbattuto presente ad un ragionamento di alquanti bravi Gioiellieri, i quali cercavano, se que'diamanti, che dalle sue miniere ha mandato ultimamente il Brasile, fossero veramente tali. Convenivano tutti, che in qualità erano inferiori agli orientali, siccome più languidi e di minor durezza guariniti; ed appreso tenendo conto di alcune circostanze, che nel lavorarli, e nel ripulirli s'incontrano, piccavano quasi concordi nella opinione, che i diamanti occidentali costituissero un nuovo genere di pietre preziose da collocarsi fra mezzo il diamante, ed il zaffiro. Io soggiunsi essere già noto, che la pasta de' vecchi diamanti è fuor di modo vischiosa, e quasi di rei conglutinata d'un zolfo gagliardamente costipato, mentre messa al tormento de' gran vetri caustici, tutta tutta sfuma e svanisce. Ora la forza refrattiva d'un diadano sta in ragion composta della densità, e della tenacità, conforme si ricava dalle sperienze Nevvtoniane, e dalla tavola inserita nel Trattato dell'Optica. Se dunque le gioje del Brasile paragonate con quelle di Golconda feriscono gli occhi con uno splendore più fiacco, e di conseguenza meno rifrangono il lume; segno è, che sono o manco dense, o manco viscide, o che restano indietro per amendue i requisiti. E per venire in cognizione del vero, e decidere la controversia, s'avrebbe ad esplorare colla possibile diligenza la loro specifica gravità, e la proporzione

co-

costante fra i seni degli angoli d'incidenza, e di refrazione, e per ultimo esporle al cimento della lente d'Orleans.

III.

Mi rivolgo ad un'altra considerazione, ed è, che la cosa medesima, tutto che nel suo stato persista, e semplicemente variata qualche picciola circostanza si muti d'apparenza, ora ritiene il suo nome, ed ora un nuovo ne assume. La neve, il ghiaccio, e la grandine in sostanza non sono altro che acqua; perchè d'acqua si formano, ed in acqua prontamente si risolvono. Chi regalasse un Abitante di fervente clima d'un pezzo di ghiaccio limpido, crediamo noi, che se altronde non ne avesse sentore, si risvegliasse in lui l'idea dell'acqua indurita? Io per me penso, che piuttosto sotto il genere dei cristalli lo riponesse. Mi sovviene d'aver letto, che un Ambasciadore Olandese, mentre stava trattenendo il Re di Siam intorno le curiosità de' Paesi Settentrionali, giunto al passo, in cui narrava, che per l'estremo freddo dell'invernata i fiumi, i laghi, e perfino i mari perdono la fluidità, e si rassodano a consistenza di marmo, in guisa che sostengono sul dorso una grossa Armata terrestre con tutti i suoi apprestamenti perdette il Re la pazienza, e lo trattò da impostore, quasi che in contanto fosse incredibili si abusasse della benignità del Monarca. Al contrario sciolto l'oro nell'acqua regia, e fattolo con i consueti artifizi precipitare, la polve rossigna indi raccolta non ha la sembianza d'oro, e pure la solita denominazione conserva, ed oro si appella. Nelle cose più comuni, e che più frequentemente ci si parano innanzi, gli uomini senza punto badare alla loro essenza, si sono accordati di moltiplicare i vocaboli, quando si diversificano le apparenze. Ma nelle poco note al popolo, che appartengono alle Arti, e alle Scienze, mentre le cose nel loro essere persistano, tutto che d'alcune vecchie affezioni si spoglino per vestirne delle nuove, ordinariamente non s'inventano nomi inusitati, conforme si pratica giornalmente, qualora siamo persuasi, che si faccia passaggio da sostanza a sostanza. Ma comunque si prendano i vocaboli, che son segni stabiliti dal consenso universale senza però un esatto discernimento, è massima comunemente ricevuta, che un misto nel suo essere persevera, quantunque sotto varj aspetti ci si presenti, ogni qual volta al suo pristino stato facilmente ritorna. E su questo criterio si può fondare una specie d'induzione, la quale è giovevole in molti incontri, come dagli addotti esempi apparisce: ma l'applicarla generalmente alle operazioni della Natura porta con seco gravissime difficoltà, e secondo me impossibili a superarsi, se prima non si stabilisce il vero sistema intorno la generazione, ed il corrompimento dei misti, e non s'impone silenzio alle altercazioni dei Filosofi. Se la Chimica non ci avesse insegnato il modo di fabbricare il cinabro artificiale, non sarebbe forse caduto in pensiero a chi che sia, avere il nativo, sebbene assai più perfetto, per i suoi componenti il zolfo, e il mercurio.

IV.

Alle volte per venire in cognizione della natura dei corpi a tutto altro si bada, fuori che alle loro attuali proprietà. Bisogna o tirarsi un passo addietro, ed investigarne le origini, e le cagioni, ovvero muovere un passo avanti, e considerarne gli usi, e gli effetti. Facendo altrimenti si prendono delle strane equivocazioni; perchè o da noi si uniscono insieme cose affatto disparate delusi dalla troppa similitudine, o pure si disgiungono quelle, che anno fra loro una stretta analogia, ingannati da un'apparente dissomiglianza. A cagion d'esempio i Greci regolano i loro rigorosi digiuni quaresimali sulla opinione popolare, che ci sieno degli animali privi di sangue: quasi che una bestiuola, per quanto miserabile, ed abbietta ella siasi, possa mai vivere senza cuore, senza vene, ed arterie, e senza quel fluido circolante, da cui le funzioni animali principalmente dipendono. Ha dato motivo alla volgare preoccupazione l'accoppiare all'idea del sangue il color rubicondo, e determinare la natura della cosa da una accidentale apparenza. Diceva ottimamente il celebre Francesco Redi, che siccome il vino non si giudica dalla tinta, essendo egualmente vino il bianco, ed il nero; così sia gialleggiante, biancastro, o rossigno il fluido, che cammina in giro per le vene dei viventi, farà sempre sangue. Tutti fanno, che al fugo dell'uva fermentato si dà il nome di vino, ed essendo notissima la sua origine, non si tien conto della diversità dei colori, e nè anco dell'odore, e del gusto. All'incontro gl'indotti poca notizia anno del sangue, e trascurando i suoi usi, e le sue proprietà, non credono, che tale appellazione possa adattarsi, se non se a quel fluido rosso, che veggono uscire dalle ferite degli animali più conosciuti. Per altro immaginiamoci, che ad un cittadino dei paesi Settentrionali, che non abbia mai bevuto vino, ne venga offerto di doppia sorta, cioè di nero, aspro, ed asciutto, e di bianco, dolce, abboccato, e piccante; si persuaderà egli, che i due liquori tanto differenti, e che di comune non anno, fuori che la fluidità, sieno della stessa spezie? Io sono sicuro che no; perchè rimane agevolmente ingannato chi in tali giudizj si fida troppo del senso, e ci passa maggior divario tra vino e vino, che tra i sughi fermentati per esempio dell'amarasca, e del pomo granato.

V.

Da ciò si comprende, quanto importi internarsi nell'origine delle cose, e sarebbe desiderabile, che ci fosse concesso d'applicare il principio ai prodotti della Natura. Ma ella ce li mette anzi gli occhi belli e fatti, e copre con una caligine talmente densa il cominciamento, ed il progresso de' suoi misteriosi lavori, che non ci dà agio di tenerle dietro, e sviluppare passo passo i suoi magisteri. Gli antichissimi Filosofi d'Egitto, di Fenicia, e della Grecia seguitati dal grande Ippocrate asserivano, che *generari idem, quod commiseri; perire, corrumpique, ac minui idem, quod* *scer-*

le proprietà, e non mica tutte, perchè le assolute sono moltissime, ed innumerabili le relative, ma solamente le principali, e le più segnalate, e quelle, che per far una maggiore impressione nei nostri sensorj, più facilmente a memoria si ritengono, e sono come tante note fondamentali di discernimento, e di distinzione. Quanto più cresce il numero delle qualità conosciute, altrettanto i nostri giudizi si accertano, e per me credo, che un perito Artefice, il quale per tutto il tempo della sua vita ha maneggiato un qualche misto, ne sappia assai più intorno la natura di esso di qualsivoglia altro Filosofo, a cui per raziocinare sodamente mancano in gran parte gli esperimenti.

Delle nominate proprietà alcune sono generalissime, e convengono senza eccezzione a tutto ciò, che ci è di materiale in Natura: ma quanto più si estendono per l'ampiezza, altrettanto si restringono per il numero, ed a tre sole si riducono, cioè alla trina dimensione, all'inerzia, ed alla forza, che quando è viva va sempre accompagnata dal moto. I seguaci del Newton ce ne aggiungono una quarta, ch'è l'attrazione, o la gravità. Altre poi, che abbracciano moltissimi corpi, si contano fra le comuni, non perchè sieno realmente tali, ma perchè tali ci pajono; a cagione che o la fiacchezza de' nostri organi è mal atta a distinguere le menome differenze, o non ci siamo presa la briga di fare quelle minute riflessioni, che i sensi rendono più peripicaci, ed in un certo modo ne aumentano l'attività. Una duratura abitudine avvalorata dall'attenzione giugne sino ad ampliare la sfera delle cose sensibili. Potrei recarne parecchi esempi tratti dalle Arti, come dalle dita dei Medici assuesate a discernere le quasi impercettibili differenze dei polsi, dalle orecchie dei Musici peritissime nel dar giudizio delle consonanze, e delle dissonanze, e dall'occhio de' Pittori, che vede nei quadri ciò, che agli occhi volgari è invisibile. Ma basti per tutti il seguente esempio. Niuno forse s'immaginerà di distinguere i colori per via del tatto, avvezandosi col lungo uso ad esaminare le varie asprezze delle superficie colorate, e a non confondere quella, che proviene dalla tintura, dall'altra propria della materia. A che pro tanta diligenza, mentre abbiamo il criterio degli occhi? All'incontro un cieco, per comprendere in qualche maniera, che sotto i nomi di giallo, e di turchino ascezioni totalmente diverse si presentano a quegli, che del senso della vista sono forniti, dee necessariamente valersi del tocco. Due io ne ho conosciuto, i quali nel bujo della notte fregando leggermente i polpastrelli delle dita di senso squisito dotati sopra panni di lana, o di seta, con mio stupore dei colori primitivi buon conto mi rendevano, dicendomi questo è bianco, questo è nero, quest'altro è rosso, e così di mano in mano senza mai equivocare. Aggiungevano entrambi, ch'esplicando col tatto que' colori, che da noi si chiamano misti, l'asprezza delle superficie cagionava in esso loro le sensazioni confuse e indistinte, onde per indovinare le tinte intermezze nulla potevan promettersi.

VII.

Dopo aver parlato abbastanza delle proprietà comuni dei corpi, passo alle specifiche e particolari, che sono talmente, proprie d'un determinato genere, che agli altri in nessun modo appartengono. Di queste, o ci si presentino a prima vista, o debbano indagarli per via d'esperienze, vada accuratamente in traccia il Filosofo, e ne faccia conserva; conciossiachè ci danno esse le più sicure, e generali induzioni, gli effetti più stabili, e regolari, e la spedita soluzione dei più curiosi problemi della Fisica. La Medicina procede felicemente, qualunque volta fa uso degli specifici, i quali per essere scarsi di numero, fra le innumerabili infermità, che tutto di affliggono gli Uomini, a pochissime efficacemente si adattano. Ha lasciato scritto il dotto Lancisi, che se a tutte le malattie il suo specifico rimedio corrispondesse, messi da canto gli universali, che sono frequentemente d'esito incerto, ciascheduno nell'ultima decrepità senza mai ingoiare purganti, e con tutto il suo sangue nelle vene uscirebbe di vita. L'oro supera di lunga mano in gravità gli altri corpi terrestri sotto pari volume compresi, e questa singolare prerogativa aprì l'adito ad Archimede di scoprire la fraude commessa dall'Orefice Siracusano nella corona aurea del Re Jerone. Mostrò la sua acutezza quel famoso Geometra, applicando al caso in quistione la mentovata proprietà individuale dell'oro. Presi dunque una massa d'argento pesante nell'aere quanto la corona, immerse in un vasetto pieno d'acqua fino all'orlo ambo i corpi, e dalla doppia quantità del fluido, che separatamente cacciavano fuori del vaso, s'accorse che la corona era un misto d'oro, e d'argento, e dai dati sagacemente passando al computo, assegnò la giusta proporzione fra i due metalli componenti l'opera, e se palese il furto nascosto dell'infedele Operajo. Se la corona si fosse lavorata d'argento, inutile sarebbe riuscito ogni tentativo; perchè poteva il falsario mescolarci dei metalli più vili, senza punto alterare la specifica gravità. Ai greci nostri staccato un pezzetto d'oro dalla superficie interna della corona, se ne farebbe il saggio, e si verrebbe in cognizione della sua bontà, appoggiandosi ad un'altra singolar perfezione dell'oro medesimo, il quale per esser fuor di modo denso, esposto ad un fuoco violento, si liquefa e si purifica, ma non si consuma. Due particolarità ancora oltre le accennate nell'oro riseggon. Sotto i colpi del martello, o col mezzo della trafilatura si riduce esso ad una stupenda sottiliezza, e ci mette anzi gli occhi della mente l'ultimo sforzo dell'Arte nel dividere in parti menomissime la materia, conforme si ha dai calcoli, che dagli Autori sono stati accuratamente dedotti. Aggiungasi la seconda proprietà, per cui l'oro più d'ogni altro metallo è ghiotto dell'argento vivo, col quale strettamente si lega, e si amalgama; indi riflettasi qual profitto da queste due qualità o separate, o congiunte abbiano tratto parecchie Arti, specialmente quelle, che delle indorature fanno uso, ed in qualche incontro la Medicina.

Ad un corpo solido, per così dire privilegiato dalla Natura succede un fluido, e sia l'aere, del quale dappoichè si sono svelate dal Torricelli
le

le principali proprietà, cioè il peso, la forza elastica, e la facilità a comprimerli, e a dilatarsi, è una maraviglia, quante verità si sieno dimostrate, e che gran patii abbia fatto in poco tempo la Fisica. Degli altri fluidi, sebene alcuni della virtù di molla non sono affatto sforniti, come si vede spruzzandoli fortemente contro un corpo duro; ricusano però d'essere sensibilmente costipati, e per restarne persuasi leggansi gli esperimenti nei Saggi dell'Accademia Fiorentina del Cimento: laddove l'aria occupante un sito determinato si estende, e si restringe a spazj incomparabilmente più grandi, e più piccioli. Quinci è nata una nuova Scienza esposta dal celebratissimo Cristiano VVolfio sotto il titolo di Acrometria. In somma messi da canto i varj stromenti di recente invenzione, tra quali merita d'essere preferito il Barometro, la sola macchina del Boile innumerabili esperienze ci somministra, le quali spaziando per tutta l'ampiezza della Fisica, ogni sua parte di novelle ritrovate arricchiscono.

VIII.

In questo mentre non fia mai, che ci perdiam di coraggio, qualora certe proprietà, che ammoniti da mille osservazioni giudichiamo convenire indispensabilmente ad un qualche mito, diversificata una minuta circostanza talvolta o si mutano, o si dileguano: i quali inaspettati cangiamenti ci danno bene spesso contezza d'alcune verità, di cui indarno andiamo in traccia per altro sentiero. E' notissima la vicendevole attrazione del ferro e della calamita, e più sicuro Criterio non abbiamo alle mani per iscoprire il ferro a minime particelle ridotto, e fra materie eterogenee in poca copia appiattato, quanto l'applicarci la punta d'un coltello magnetico. Ben se ne sono industriosamente serviti gli Accademici Parigini, facendo vedere, che nella composizione de' vegetabili c'entra il ferro, il quale nelle ceneri calcinate delle piante si manifesta. Inferisco pertanto, che ovunque la calamita esercita la sua azione, ivi indubitatamente c'è ferro, ma non all' incontro; atteso che in alcuni casi nè meno per tal mezzo viene a palesarsi. Essendomi portato anni sono a bere le acque credute acide, che scaturiscono nella Valle di Sol Territorio Trentino, nel mentre era io inteso alla mia salute, quelle romite solitudini circondate di ghiacci, e di nevi nella più cocente estate m'invitavano a passar l'ozio in Fisiche osservazioni. Una parte di esse concernenti l'origine delle fonti anno già veduta la pubblica luce: nè acceno presentemente alcune altre, giacchè mi vengono a proposito.

Esaminando io, per quanto il luogo mi permetteva, la natura, e le qualità di queste acque salubri, mi avvidi che in esse compariva in grado rimesso l'acidità; mentre appena alteravano il colore del Torniofole, che tanto prontamente toccato dagli acidi, di turchino in rosso si trasforma. Tingevano speditamente in nero d'inchioostro le infusioni austere di galla, di scorza di noce, o di pomo granato; laonde a tutti i contrassegni d'essere impregnate di vetriuolo ferrigno mostravano. Non danno indizio di contenere in se stesse nè minerali di diverso genere, nè sali, e molto meno il rame, l'argento, e l'oro, conforme credono quelle rozze genti deluse dal ve-

de-

Ueré, che, fatta svaporare la nostra acqua esponendola al sole, lascia sulla carta bianca, o sulla majolica unz bellissima vernice di varj splendidi colori miniata, tra i quali fanno maggior pompa l'aureo, e l'argenteo. Ma bagnata leggermente la superficie colle menzionate infusioni, le tinte ingannatrici spariscono, ed in un colore ferreo ed oscuro momentaneamente si trasmutano. Per accertarmi, se realmente nelle suddette acque ci fusse ferro disciolto, le feci bollire a lento fuoco, e raccolta la polvere gialliccia, che rimane nel fondo del vase, seguito lo svaporamento, ad essa prima ben secca, e poscia anco minutamente macinata applicai il coltello calamitato, e non mi accorsi, che questo a se ne traesse nè pure una briciola. Confesso, ch'io m'aspettava tutt'altro: non per tanto mi sono arrischiato di conchiudere, che ivi ferro non è, dove non appare, potendolo la Natura dividere, salva la sua sostanza, in atomi così piccioli, che alle azioni magnetiche si sottraggano, e sapendo altronde, che le materie oleose sono contrarie alla calamita, e che da essa non lascia rapirsi il ferro insuocato. Ed in vero esposta la polve minerale nel crogiuolo a fuoco gagliardo, indi lasciatala raffreddare, vidi, che alla calamita le particelle ferree in copia correvano. Il fuoco può bene unirle, e legarle insieme, ma non già crearle; laonde se bene sminuzzate la propria natura ritengono, a tale però si riducono, che alla virtù magnetica non obbediscono. A tanto l'Arte non arriva: conciossiachè fatte da me le prove sulle preparazioni del ferro, e dell'acciaio, che si manipolano ad uso della Medicina, il metallo non si scompone in maniera, nè in parti così impercettibili si separa, che della forza attrattrice venga a spogliarsi. Troppo più perita in Chimica si è la Natura, e perciò non è maraviglia, che le acque da lei preparate ricusino, siccome oltre ogni credere spiritose, di star serrate, e spezzino i vasi più robusti, che penetrino per ogni meato, e per tutti gli andirivieni del corpo umano si facciano strada, che scioglano gli umori lenti e viscosi, ed in ispezie il sangue, mentre non permettono, che si rappigli l'uscito dalle vene recentemente, e che operino a pro della nostra salute quegli ottimi effetti, che alla giornata si sperimentano.

IX.

Abbraccio sotto quattro canoni tutto ciò, che per me stimo, che dir si possa intorno il principio della induzione.

Canone primo. Quando l'induzione non esce dalle proprietà generalissime della materia, estensione, inerzia, e forza, non può mai esser fallace. Per picciolo, o grande che io mi finga un corpo, la sua inerzia sarà sempre alla sua massa proporzionale, ed in qualunque stato io lo metta, movendolo con velocità costante, o variabile, per linee rette, o curve, la sua forza si misurerà sempre dal prodotto della massa medesima nel quadrato dell'attuale celerità. Qui non disputo, se a cotai regola le attrazioni Nevvtoniane si sottomettano; affermo ben sì, che mancando in qualche caso, o diversificandosi, debbono, come della magnetica s'è fatto vedere, annoverarsi tra i fenomeni, e non fra le proprietà primigenie della materia.

Ca-

Canone secondo: Si stabiliscono induzioni ferme e sicure sulle leggi fondamentali della Natura, non così sulle secondarie. E per non ripetere le cose dette di sopra, rimando il Lettore ai due precedenti capitoli XIV, XV.

Canone terzo. Le proprietà specifiche dei composti sogliono per lo più darci induzioni vere e legittime. Non siamo però tanto frettolosi nell'appropriarle a tutti i casi, ed a tutte le circostanze; mercè che alle volte, sebben di rado, falliscono. La calamita, come abbiamo di sopra accennato, non sempre tira a sé il ferro, ed in vece di guardare direttamente i poli terrestri, si torce a destra, o a sinistra in certi luoghi più, ed in altri meno, ed in qualche paese oltre i cinquanta gradi: anzi nello stesso sito particolare la deviazione è variabile, ora ricscendendo, ed ora scemando, e tal fiata facendo transito dall'orientale alla occidentale, o al contrario.

Canone quarto. Dalle qualità comuni, che si ravvisano nei misti del genere totalmente diverso, nascono le induzioni imperfette, e sottoposte all'errore. Agli esempi addotti piacemi d'aggiungere il seguente. Tutti i corpi trasparenti o solidi, o fluidi anno la facoltà di refrangere il lume, che passa dal raro al denso, o all'opposto, e con regola tanto costante, che i Geometri anno sopra di essa innalzata la fabbrica della Diotica. Ciò non ostante tutta la luce dal dritto cammino non si torce, procedendo una parte per la sua vecchia direzione, ed un'altra riflettendosi. Di più ciascun raggio nell'atto di refrangersi in moltissimi raggi si separa, ed ogni linea luminosa in un angolo si disperge: la qual particolarità o chiamisi diffrazione, ovvero aberrazione, è stata prima notata dal Gesuita Grimaldi, e poscia coltivata dal Cavalier Nevvton, ed è quella, che senza allargare gli obbietti veduti a traverso d'un prismà, li prolunga, e di varj colori li dipinge. Sopra tutto fa strabillire i Filosofi la stravagante proprietà del cristallo d'Islanda, ed anche del montano, i quali duplicano le immagini degli oggetti visibili; attesochè penetrandoli il raggio si parte in due, ed uno si piega giusta le regole della refrazione ordinaria, e l'altro s'apre un differente passaggio osservando la legge, di cui l'Ughenio, ed il Nevvton anno diligentemente esaminato le circostanze.

X.

Conchiudo, che il famoso principio della induzione è del pari atto ad edificare, e a distruggere; avvegnachè poche eccezioni limitanti un canone generale tosto ce lo rendono sospetto, e di rado accade, che le asserzioni dei Fisici sieno tanto giuste e precise, che non ammettano parecchie modificazioni. La ragione di ciò si desume in parte dal nostro intelletto oltre ogni credere impaziente, e bramoso di raccozzare sotto un picciolo numero d'idee l'università delle cose, ed in parte dalla Natura, che combinando insieme varie leggi, e moltiplicando gli elementi, diversifica in cento maniere gli effetti, ed altera le apparenze; di modo che i sensi, che nelle materie fisiche sono l'unico criterio del vero, se non istiamo attenti e guardinghi, ci guidano senza loro colpa all'errore.

CAPITOLO VICESIMOPRIMO

Dell' Analogia.

I.

Sotto il nome d'analogia intendo io una certa corrispondenza, che ci è fra le cose, o almeno che pensiamo, che sia, per cui dalle più conosciute, e palesi avanziamo cammino alle più occulte, ed incognite col mezzo della consacenza, e della similitudine. Il dotto Marcello Malpighi soleva continuamente inculcare a' suoi scolari, e lo lasciò anche scritto, che *Natura patet analogismo*. Il qual principio preso in tutto rigore con quello della uniformità si confonde, ma se alquanto più largamente si assume, una particolar maniera di discorrere ci somministra. Questa ben usata ampia, e stende oltre modo le nostre cognizioni facendo, che dalla prima nasca la seconda, indi la terza, e così di mano in mano. All'incontro chi concede troppa libertà ai paragoni, e rallenta il freno alla fantasia, indubitabilmente nelle visioni precipita. Per ben servirsi dell'analogismo tre requisiti ci si richiedano. Prima d'ogni altra cosa il subbietto, che si elegge siccome base della comparazione, debbe attentamente studiarfi, per venire in piena cognizione di quelle particolarità, e di quegli attributi, che per istituire l'analogia si rendono indispensabili. Altrimenti ogni picciolo sbaglio fuor di modo si moltiplica, e quanti più patii si muovono, tanto più ci dilunghiamo dalla verità. Secondariamente della cosa, che si mette a confronto, e conseguente del rapporto dai Geometri s'appella, è necessaria una qualche contezza almeno in confuso, o si defuma essa dai dati, o pur dai fenomeni, perchè privi di un tal barlume camminiamo al bujo, senza discernere ciò, che si cerca, e dove vada a riuscir la faccenda. In terzo luogo indagando prima in che le cose convengono, e in che discordano, si dà mestieri pesar accuratamente i gradi della similitudine, e della dissomiglianza. Quando l'intelletto umano degli analogismi va in traccia, per lo più li finge gli obbietti troppo sembianti, e qualche fiata troppo diversi, e pure coll'accontentarsi o all'uno, o all'altro estremo del pari si pecca contro il principio, che si assume per guida delle nostre ricerche, e che dee regolare i confronti.

II.

Raccomandati alla memoria questi tre canoni, m'inoltro a mostrare, che profittuosa ha tratto la Fisica. Una idea sveglia l'altra, ed una cognizione è come il seme, da cui quelle, che successivamente germogliano, tiran l'origine. Se non si fosse prima stabilita invincibilmente la circolazione del sangue negli animali, non si farebbono immaginati il Malpighi, ed il Greuv di estenderla al sugo nutritivo dei vegetabili, nè di far passaggio dall'Anatomia degli uomini, e de' bruti a quella dell'erbe, e degli arbori.

Tom. II. Opere Ricc.

Ee

Bel.

Bellissimo si è il ritrovamento di sottoporre al taglio ogni sorta di bestie o di simile, o di differente struttura, ad anco le forestiere, e nate sotto altro cielo; imperciocchè certe minutissime particelle, che in alcuni corpi spesse fiate non appariscono, e posta in opera qualunque industria dalle vicine mal si discernono, in altri sono assai più cospicue, e ci danno indizio di cercarle e di rinvenirle nei siti analoghi, in cui stanno quasi direi appiattate. In una specie si fa palese ciò, che nell'altra si occultata, e ne' bruti ancor vivi si manifesta ciò, che nei cadaveri non si ravvisa, come per esempio le vene lattee, ed in oltre nello stesso genere si notano delle curiosissime diversità fra i giovani, e i vecchi, fra i sani, e gl'infermi, e talvolta in un individuo qualche particolarità si scopre, che in altri della natura medesima non apparisce. E qui si avverta, che bene spesso l'investigazione comincia dall'analogia, e va a terminare nel principio dell'uniformità. Per intendere qualmente il sangue cammini in giro nei vasi del feto chiuso nell'utero materno, due periti Anatomici della Regale Accademia di Parigi si sono volti a contemplare il cuore degli animali, che di respirazione non an bisogno, e massime delle gran tartarughe marine: e sebbene discordano nel modo della circolazione, non pertanto convengono entrambi, che per via del foro ovato si faccia, il quale in molti animali sta sempre aperto, ed in altri si ferra, dappoichè a respirare anno principiato. Non uscirci mai d'impaccio, se mi piglia la briga di registrare le nuove scoperte, di cui l'Anatomia comparata arricchisce giornalmente la Fisica, e la storia della Natura.

III.

Alle volte l'analogismo si rende tanto necessario ai nostri divisamenti, che nel maneggiare alcuni soggetti riesce vano, ed inutile il ricorrere ad altri principj. Interviene ciò specialmente qual ora le quistioni si aggirano sul possibile, e quando per penetrare nell'interno delle cose non ci si parano innanzi, salvochè meri segni, e semplici indizj. Cominciando dal secondo capo, io chieggo, come un uomo si formi l'idea d'un altro uomo, perchè non ragiono con que' Filosofanti, i quali si credono soli al Mondo, e reputano, che tutto ciò, che fuori di loro concepiscono, non eccettuarlo nè meno il proprio corpo, sieno pure illusioni. Dai contraffegni esteriori si desume il motivo di giudicare delle interne affezioni, e dalle opere si arguisce la natura dell'operante. In veggendo, che gli uomini sono dediti alle Arti, ed alle Scienze, che alla giornata di novelle invenzioni arricchiscono la società, che soddisfanno agli uffizj della vita civile, che per mezzo della parola i propri sensi agli altri comunicano; il principio della uniformità mi convince, che le loro azioni al pari delle mie dalla coscienza, e dalla riflessione, proprietà intrinseche dell'anima, vengon dirette. Sarebbe oltre modo ridicolo colui, che rimasse di pensar solo, e che i suoi conoscenti sussero macchine lavorate dall'Autore della Natura per divertirlo con una perpetua commedia di fantocci. Nè ci dia noia la diversità, che si ravvisa negli uomini per quello concerne le opinioni, gli appetiti, e i costumi; mercè che anco nel caso presente alle leggi primitive e fondamentali si accoppiano le

se accessorie, e le secondarie. Per ben trattar la materia ci si richiederebbe un intero volume, facendo toccar con mano quanto dominio esercitino sopra le menti umane i pregiudizj, e le preoccupazioni nate dall'autorità, dall'educazione, dalla fantasia, e dalle perturbazioni. Per ora basti il riflettere, che le idee primigenie ed originali in tutti gl'intelletti son similissime, o per dir meglio le stesse; perchè altrimenti in nessuna verità gli uomini concorderebbero, ed ognuno si formerebbe in testa un sistema ideale a parte, senza che mai potesse convenire cogli altri nelle prime nozioni: laonde dovrebbe vivere solitario, e fuori di società. Sono due mille anni all'intorno, ch'Euclide ha pubblicati i suoi elementi, i quali letti e riletti dai più profondi Matematici de' tempi posteriori, e di differenti nazioni, non anno eglino mai accusata alcuna proposizione di falsità, o di paralogismo qualunque dimostrazione: Nè si creda, che non siano state sottoposte ad una severa discussione; conciossiachè fra i moderni escono tutto di in campo ingegni spiritosi e sottili, che di nulla si mostran paghi, e migliorano l'ordine, riformano il metodo, e cangiano gli assiomi in teoremi, o al contrario: nel qual lavoro non so decidere, se più dilucidata resti la Geometria elementare, o pure snervata. A buon conto egli è d'uopo confessare, che nella menti degli Uomini non sieno ne punto nè poco diverse le idee primigenie dell'estensione, delle figure piane, e solide, degli angoli, della proporzione, e del numero; perchè tutti unanimamente ne cavano le medesime conclusioni.

IV.

Stabilita una volta questa importantissima verità, volendo io col soccorso dell'analogia intendere la natura degli altri uomini (giacchè de' principj a me noti questo solo nella presente ispezione viene a proposito) fa di mestieri, ch'io consulti prima me stesso, e sentendo d'esser consapevole delle mie interne operazioni, cioè a dire di dubitare nell'atto stesso, ch'io dubito, di volere nell'atto stesso, ch'io voglio, e così di comprendere, di ragionare, di bramare, e che so io; inferisco, che gli uomini tutti come me amano, temano, sperino, discorrano, e sieno capaci a tempo, e luogo delle innumerabili affezioni, che la mia particolare coscienza successivamente modificano. L'analogismo, o per dir meglio l'uniformità va benissimo, ogni qual volta si tratta degl'intimi sentimenti dell'anima, ed anche delle idee semplici e primitive: ma la somiglianza vassi minorando passo passo, quanto le nozioni son più composte, e si moltiplicano i combinamenti. Gli uomini non debbono riputarli tante corde ridotte all'unisono; per la qual causa non è maraviglia, che l'un dall'altro sieno differentissimi nei pareri, e nelle azioni. Come poi da similissimi principj nascano effetti totalmente diversi, uscirai troppo di sentiero, se imprendessi a renderne ragione, mettendo il piede nei confini dell'Etica, e della Metafisica.

V.

In questo mentre manca di molto l'analogia in quella sorta di affezioni, che per il canale dei sensi passando alla mente, si appellano sensibili. Ed in vero ci vuol poco a distinguere qualmente nel nostro interno siamo disposti rispetto agli obbietti estrinseci, i quali guari non si mutano. La memoria ci suggerirà, che differente impressione fanno in noi, quando siamo sani, e quando infermi, nell'età tenera, e nella più robusta, ed in una parola ogni qual volta si altera lo stato dei sensorj, e le fibre o si tirano, o si allentano, o di molli diventano rigide. Così que' cibi, che sono le delizie de' fanciulli coll'andar del tempo ci muovon nausea, ed il solletico tanto temuto dai giovanetti non suole cagionare sicillamento negli adulti. Me ne suggeriscono un esempio le Donne incinte, nelle quali avendosi appoco appoco a dilatar l'utero, per adattare la sua capacità alla mole del feto crescente, è d'uopo, che i nervi, che vestono, e stringono la matrice, si stendano gagliardamente, e tirino di conseguenza in consenso tutto il genere nervoso. E questa, v'io non erro, è la cagione, da cui derivano i curiosi sintomi, che le gravidanze accompagnano, cioè a dire i languori, le svogliatezze, e le breme, e gli appetiti strani, ai quali le femmine pregnanti soggiacciono. Che se le fibre a maggior tensione ridotte, come se ne ha indizio dai polsi alquanto più del solito concitati, sono ne i corpi vivi in un moto perenne di palpitazione; è necessario, che nel caso nostro oscillino più pronte e più celeri. Per la qual cosa persistendo ferma ed invariata la forza degli oggetti esterni, e diversificandosi conforme ho detto la resistenza degli organi, si turba l'equilibrio, e si sconcerta l'economia fra le azioni, e le reazioni. La sensazione si sperimenta o grata, o molesta, secondo la confidenza, o la ripugnanza fra l'impulso vegnente al di fuori, e l'intima presentanea disposizione del sensorio. Quindi se il moto dell'agente è cospirante e ben proporzionato alla costituzione, in cui le fibre attualmente si trovano, onde con dolcezza, e con discrezione le stimoli, e le increspi; allora il sentimento interiore è diletteoso e piacevole: succedendo tutto all'opposto, ogni qual volta l'impulso estrinsecò o soverchio tira le fibrille, o le agita per via di scosse irregolari e di contratempi; perchè le affezioni non si misurano dal più, o dal meno, ma bensì da ciò, che giova, e nuoce agli organi, o pure da ciò, che il solletico, e li disgusta. Non è dunque maraviglia, se mutate le circostanze, nelle donne gravide si risvegliano desiderj ardenti, e talvolta di sozze ed inusitate vivande, e che elleno rifiutino ciò, che solea dar loro piacere, o bramino ciò, che abborrivano.

VI.

Ora io non credo mai esserci alcuno, il quale persuadere si possa, che in tutti gli uomini sieno le fibre ugualmente tese, e del pari rigide e consistenti. Troppo diversi sono i climi, e i temperamenti, e troppo varie le età, e le maniere di vivere. Quel l'analogismo è circoscritto fra i suoi li-
miti;

Miti; avvegnachè io non so, che divario ci corra tra le mie affezioni, e le altrui: e sebbene gli uomini dotati della sciolta di comunicarsi scambievolmente i lor sentimenti dicono tutto di, questa, o quella cosa ci reca noja, o piacere; non ostante ciò non possiamo renderci conto l'un l'altro intorno alla forza, o la debolezza delle sensazioni. Ravvisandosi in esse molto di relativo, tanto per rapporto agli obbietti, quanto agli organi, quel giudizio, che delle mie io mi formo, non abbraccia certamente le altrui, ed una impressione vegnente dallo stesso oggetto, che a taluno apporta disgusto, si riceve da me con diletto, o almanco con indifferenza, secondo che la diversa disposizione delle fibre ce la fa sentire o più gagliarda, o più fiavole. Farebbe di mestieri darè una ripassata sopra l'ampiezza de' sensi: ma per non dilungarmi troppo dal mio proposito, mi fermo alquanto su quello della vista. Le cose visibili non si offeriscono a tutti gli occhi umani sotto la stessa grandezza, nè si mirano in pari distanza, e molto meno colla medesima distinzione. Di ciò ce ne fanno prova i Miopi, ed i Presbitti. Per quello poi appartiene ai colori, io per me credo, che attesa la varia struttura degli occhi, altro divario non ci possa mai essere, se non che la medesima tinta da alcuni si veda più florida, e da' altri più languida. Non so persuadermi, che lo stesso obbietto, che a saluno appare siccome rosso, si mostri altrui o giallo, o turchino; perchè se così fosse, indarno il valente Pittore impiegherebbe la sua sagacità in accordare i colori de' suoi quadri, i quali secondo lui, e per giudizio di certi spettatori sarebbero ottimamente concertati rispetto alle tinte, e alle mezze tinte; a rovescio di altri molti, che attesa la discrepanza delle affezioni, non ci scorgerebbero la profusata armonia. C'era in Vinegia un bravo maestro di disegno, che per uno strano difetto d'occhi non discerneva il color rosso, ma in iscambio vedeva un campo bujo, e annebbiato: per la qual cosa dovette egli abbandonar la pittura, ed esercitarsi nell'intagliare in rame a bulino. I casi insolitati c'insegnano ciò, che succede ordinariamente, e se ne rendono a loro stessi bugia testimonianza gl'Isterici, i quali velano tutti i colori con una tinta di giallo.

Qualmente siano dissimili le sensazioni, che passano all'anima per il canale degli organi, e fino a qual segno arrivi la discrepanza, io sono il maestro di me medesimo. E' da sapersi, che la Natura, come già al celebre Pietro Gassendo, mi ha posti in fronte due occhi d'inequal perfezione, il destro de' quali è ben conformato e perfetto, ed il sinistro vizioso e presbita. Con questo vedo gli oggetti non solo più rimoti, più piccioli, e manco distinti, ma di più la stessa luce, il che fa a nostro proposito, mi comparisce alquanto più smorta, ed i colori più languidi, e più diluti. Correggo ad arbitrio il difetto della grandezza, e della confusione con l'uso d'una lente convessa; ma per questo nè la luce si fa più viva, nè il colore più florido, indizio manifesto esserci fra le fibre dell'uno, e dell'altro occhio una diversità organica. (a)

C A.

(a) Non essendo questo Capitolo interamente finito, si è supplito all'ultimo paragrafo col trascrivere ciò, che l'Autore intorno alla diversità de' suoi os-

CAPITOLO VIGESIMOSECONDO

Delle tre regole Newtoniane.

I.

Utilissime sono le regole prescritte dal Signor Cavalier Nevvton, e poste in fronte al terzo libro de' suoi Principj Matematici della Filosofia Naturale, di cui egli si serve per ispiegare la recondita economia dell' Universo.

Regola prima. Non debbono assumersi per ragioni degli effetti fisici, se non quelle, che sono vere e reali, e che bastano a dilucidare i fenomeni. E' comune pronunziare, che indarno la Natura non opera; e che in vano si fa col molto ciò, ch'egualmente bene può farsi col poco; conciossiachè la Natura semplice ed uniforme ne' suoi lavori non abbonda di cause superflue.

Regola seconda. Per la qual cosa negli effetti dello stesso genere le medesime cagioni s'impiegano: come per esempio un pari meccanismo dà norma alla respirazione degli uomini, e de' bruti, ed alla discesa de' gravi in Europa, ed in America. Non è diversa la luce, che risplende nel fuoco nostrale, e nel sole, i raggi del quale si riflettono con similissime leggi dalla terra, e dagli altri pianeti.

Qui non mi sia disdetto d'aggiungere un'osservazione. Qualunque volta ci riesce di spiegar con chiarezza un qualche effetto per mezzo delle cause, che altri fenomeni ci anno obbligato di riconoscer nella Natura, come per esempio la gravità, l'elasticità, ed altre simili, sarebbe un peccare contro alla presente regola il rifuggire a cagioni straordinarie, e diverse. In cotai vizio sembrami cadere l'incomparabile Signor Nevvton, quando ragiona della riflessione della luce. In uno specchio terso e pulito di metallo diano di petto alquante sfere guarnite di perfetta virtù di molla sotto qualunque angolo acuto, e con qualunque velocità; egli è certo, che non potendo esse avanzar cammino per la linea retta, saranno obbligate a risfletterfi, e l'angolo di ribatimento sarà eguale a quello dell'incidenza. La dimollrazione del teorema suol dedursi dalle forze composte; ed il meccanismo dipende dalle compressioni, e dalle restituzioni de' segmenti sferici elastici, che urtano nella superficie piana dello specchio, ed hanno dal suono un palese indizio della percossa. Non importa, che i globi sieno grandi, o piccioli, d'una piuttosto, che d'un'altra materia; purchè la forza viva, da cui sono animati nè in tutto, nè in parte muoja sul colpo. E'

co-

chi scrisse nella dissertazione della proporzione, che passa fra le affezioni sensibili, e la forza degli obbietti esterni, da cui vengono prodotte, laquale si ristamperà nel Tomo seguente.

comune la legge ai corpi fluidi: si riflettono le goccioline d'acqua, e molto meglio l'aria dotata d'una più risentita elasticità.

A detta del Signor Newton nelle riflessioni della luce si cangia stile. Non si creda, che i raggi vibrati dal corpo luminoso investano il metallo, e sebbene lo riscaldano, e tal ora raccolti, e condensati da una lente caustica lo liquefanno; non giungono però a ferirlo per via d'uno scambievole contatto. Vi si accostano da presso, ma nel cammino si fa loro incontro una gagliarda forza repellente, che taglia ad essi la strada, e li costringe a retrocedere, deviandoli dalla linea retta, e disponendoli in una curva di due rami eguali composta, per uno de' quali all'ostacolo fino ad un certo segno si approssimano senza toccarlo, e per l'altro vi si allontanano. Così giusto i nuovi concepimenti si spiega la riflessione del lume, e l'eguaglianza fra gli angoli incidente, e riflesso.

Stava aspettando, che mi si allegasse un urgente motivo, per cui si avesse a trasgredire la regola, che a simili effetti simili le cause rispondano, e la Natura fosse obbligata a servirsi d'un insolito magistero. L'addurre per tutta ragione, che il piano dello specchio è troppo scabro, onde possa ribattere con la debita aggiustatezza le particole luminose, è una obbiezione, che ammette una pronta risposta, e milita del pari contro gli oppositori, i quali assumono gratuitamente, che l'irregolare positura delle particole superficiali non turbi nè punto nè poco le direzioni delle forze ripulsive. Senza fallo la luce è un corpo, non essendoci proprietà essenziale nella materia, di cui non partecipi. La differenza soltanto consiste nell'estrema minutezza degli atomi lucidi, e nella incomprendibile velocità. Ma queste particolarità non bastano, perchè alla legge ordinaria un'altra totalmente diversa se ne debba sostituire. Se il misterioso salto al più, ed al meno si appoggia; bramerei sapere a qual picciolezza abbiano i corpicelli a ridursi, ed a qual celerità, acciocchè cessino gli urti, e le percosse, e comincino ad agire le repulsioni. Niuno me ne assegnerà la misura. La virtù elastica, forza avverata da innumerabili fenomeni, e che in ogni corpo più, e meno risiede, non si adopera tutto di per render ragione degli effetti di simil genere? E perchè dunque in questo sol caso particolare si vorrà lasciarla da parte, ed introdurre con superfluità nuove cause?

II.

Aggiungo di più, che quando ci è noto, che parecchi effetti dalle cause a noi familiari infallibilmente dipendono; se per avventura una qualche altrusa apparenza della stessa stessissima indole ci si presenta, cui non sapiamo applicare i principi già conosciuti, perchè non se ne comprende la connessione; non per questo abbiamo a rifuggire a cagioni straordinarie, ed ambigue, e talmente oscure, che per voler intender troppo, nulla s'intenda. Prima di mover l'ardito passo, fa d'uopo dimostrare, che le verità comuni, e solite maneggiarsi in altri casi con profitto, non anno che fare nè punto nè poco con certi effetti d'un ordine superiore, che di lunga mano oltre

oltre le leggi consuete si estollono. Pochissime sono quelle verità, che c'è permesso scoprire, se si mettono a confronto di quelle, che ci sono, e ci faranno per sempre ignote. Quindi un ingenuo Filosofoante svelando senza mistero quello, che sa, non dee vergognarsi di confessare il più delle volte la sua ignoranza. Offrendosi a' buoni vecchi un qualche fenomeno anche de' più straordinarij, senza punto smarrirsi, e senza sentire il peso della difficoltà, una, e tal volta più cagioni francamente ne assegnavano, ed avevano sempre in pronto, giusto la diversità de' sistemi, molti partiti per appagare, o meglio per eludere l'altui curiosità, e per conservare la filosofica riputazione. Poggiavano costoro alla lor foggia verso la nascosta sorgente delle cose, ed intenti a rintracciare le cause poco badavano alle conseguenze, e nulla ad iscoprire le leggi della Natura. E perchè i loro libri a noi pervenuti sono pieni d'errori, e di stravaganze; si è pensato di mutar metodo dietro l'orme del Galileo calcate dal Cavalier Nevvton, e da' suoi Discepoli. I moderni a gran ragione non ricevono più per vere cagioni i vocaboli di qualità occulte, di simpatie, di eligenze, ed altri simili. Bramerei però, che alcuni, che si vantano d'esser seguaci del Nevvton, ricevessero le attrazioni siccome un puro fenomeno, nè si credessero d'aver con una parola l'essenza della causa manifestata: perchè sarebbero dagli antichi poco dissomiglianti.

Sono comparse in pubblico le Monadi del Leibnizio in grazia di qualche metafisica supposizione, e perchè si è creduto, che di tutte le naturali operazioni non si possa render ragione per via di soli dati meccanici. L'avidità di sapere non dee far sì, che si sconvolgano le verità capitali, ed accumulando principj a principj si venga a tale, che più sistemi totalmente disparati in un solo sistema si uniscano. E vaglia il vero moltissimi fenomeni ci si affacciano, nella spiegazione de' quali si ricorre semplicemente alle proprietà primarie della materia, inerzia, e forza, e talvolta alle figure, ad ai combinamenti delle particole elementari, ed a simili affezioni corporee. In certi casi non cade per ombra in pensiero di chi che sia di produrre in iscena le monadi. Cos'anno che fare cotali concepimenti colle leggi della comunicazione de' moti, colle forze composte, e con altri effetti, che unicamente dagl' impulsi, dalle azioni, e dalle resistenze la loro genesi riconoscono?

III.

Un simil giudizio dobbiam formare dell'idea proposta dal Cavalier Nevvton, con cui tenta di dare una qualche spiegazione della gravità universale. Nello scolio generale, con cui dà fine alla grand'opera, dopo essersi l'Autore ingenuamente protestato, che fin d'allora non avea potuto dai fenomeni dedurre le ragioni delle proprietà alla gravità competenti; pretende derivarne in qualche modo la causa da una energia, che da per tutto s'infusa, e perviene sino ai centri del sole, e de' pianeti, senza diminuzione della sua efficacia, che nelle azioni non piglia norma dalla grandezza delle superficie, come sogliono le cagioni meccaniche, ma dalla quantità

tà della materia solida, e che di più ad immense distanze in giro si estende, decrescendo in ragione duplicata dei discostamenti. Per illustrare maggiormente l'astruso subbietto, ricorre il lodato Scrittore ad uno spirito sottilissimo, che penetra la crassie de' corpi, ed in essi si appiatta, per le virtù, e per le azioni del quale le particole materiali in picciole distanze vicendevolmente, e forte si attraggono; a tal che insieme congiunti ripugnano allo staccarsi. Appresso a maggiori lontananze i corpi elettrici le loro azioni dilatano, tanto tirando, quanto respingendo i corpiciuoli vicini, e la luce si diffonde, si riflette, si rifrange, e s'incurva. C'è ancor di vantaggio: in non dissimil maniera ogni sensazione si sveglia, ed i membri degli animali a cenno della volontà si muovono, propagandosi le vibrazioni di questo spirito architettonico per le solide fibre de' nervi dagli organi esterni de' sensorj al cervello, e dal cervello ai muscoli.

Avea detto poco sopra, ch'egli non finge ipotesi. Tutto ciò, che dai fenomeni immediatamente non deriva, dee chiamarsi ipotesi, e le ipotesi o metafisiche, o fisiche, delle qualità occulte, o meccaniche non an luogo nella sperimentale Filosofia. Soggiunge essere abbastanza, che diasi in Natura la gravità operante secondo le leggi esposte; onde si spieghino i rivolgimenti celesti, e le reciprocazioni de' nostri mari. Qui non ho che ridire: parmi però, che risparmiare le addotte specolazioni, bastasse lasciarsi uscir di bocca una parola confessando, che la gravità altro non è, che un fenomeno, il quale suppone la forza addossata alla materia, ed il sistema già stabilito. Ed in fatti siccome tale dal nostro Autore si considera; conciossiachè non appieno contento d'aver provato dille apparenze, che si dà gravità, e di averne determinate le leggi, volge ad un altro vento la vela, e vestita la persona di metafisico, poggia a più remoti principj, e va in traccia delle recondite cagioni sepolte nel seno della Natura.

Lo spirito Newtoniano, che per una parte è materia, perchè vibrandosi incessantemente pare corredato di forza elastica, e per l'altra non si fa cosa sia, stando di mezzo fra l'etère Cartesiano, e l'anima del Mondo tanto vantata dagli antichi Filosofanti, mi mette anzi gli occhi una ipotesi, di cui non saprei immaginarmi una più ricercata. Questo spirito da molte faccie, che ora attrae, ed ora respinge, che la fa da legislatore, e muta le leggi a suo senno, piglia regola nell'operare per lo più dalla solidità de' corpi, e tal fiata dalle superficie; ma non si appaga di esercitare sopra la materia un pieno dominio; entra nel fondo dell'anima, e legandola col corpo s'intromette a modificarla colla varietà delle sensazioni. Chi mi vieta di attribuire al mentovato sottilissimo spirito, organo principale della Natura, ragione, e discernimento? Quella porzione d'esso, che si concentra in una sfera d'un palmo, dee star sempre attenta, per sapere di qual sorta di attrazioni, o di repulsioni abbia a servirsi giusto le circostanze. Se una calamita discende verso la superficie terrestre, il moto prende norma dalla natural gravità, ma se viene rimossa dal guardare il polo più vicino della terra, ovvero se ad un pezzo di ferro si accosta; lo spirito regolatore a se stesso altre leggi prescrive, e conseguentemente fa d'uopo, che sia

dotato d'un presentimento, da cui le azioni, e le reazioni vengano opportunamente dirette.

IV.

Ben è vero, che mentre dimostrarli non poter alcuni effetti dalle leggi dinamiche provenire, allora fa di mestieri ricorrere a qualche superiore principio. Tra le cose spirituali, e le corporee ci passa una sterminata distanza: e perciò corti affatto d'intendimento si mostran coloro, che tentano di adattare le proprietà della estensione inerte, e delle forze morte, e vive alle interne affezioni della mente umana; avvegnachè non si ravvisa proporzione di sorta fra le azioni materiali, e le modificazioni della coscienza. In tali incontri egli è indispensabile ricorrere a massime più sublimi, e tra le filosofiche fette su questo importante soggetto meglio dell'altre a mio credere si è diportata la Cartesiana. Il Signor Locke famoso Metafisico Inglese si è assunta la briga di opporsi a tutte le viste di Renato Cartesio concernenti la distinzione tra le sostanze spirituali, e le corporee. Accomunando egli all'estensione inerte il pensiero, e confondendo le intime nostr' affezioni colle idee, che gli obbietti esterni ci rappresentano, toglie alla Fisica un criterio, ottimamente dietro alla scorta del Galileo stabilito da' Cartesiani, per cui moltissimi fenomeni inesplicabili per altra strada felicemente si spiegano. Non capisco come si voglia, che nulla ci sia di buono ne' divisamenti de' Filosofi, che ci anno preceduto, e che l'amore della novità possa tanto, che abbiano a ripudiarsi alcune verità evidenti, le quali senza fallo si adotterebbero, se non fossero state preoccupate.

Le premesse regole servono a maraviglia per conseguire, che l'intelletto trattenuto, e raccolto dal freno d'una retta ragione non isvagli impetuosamente quà e là rapito dalla sua naturale impazienza, ed alle cause reali sostituisca delle strane immaginazioni. Prima di tutto facciamci ad esaminare accuratamente la qualità del fenomeno; conciossiachè se in esso non appariscono, salvochè conati follicitanti, che generano le forze vive, o resistenze ritardanti, che le estinguono, a che pro dipartirsi dalle verità meccaniche, cioè a dire dai canoni della comunicazione del moto, e delle forze continuamente applicate, e dalle azioni equipollenti? Sarà vero, che frequentemente la Natura sagacissima ne' suoi lavori accoppierà, e mescerà insieme varj elementi o cospiranti, o contrari, per guisa che non ci riuscirà bene spesso di svilupparne il segreto magistero. Ma perciò non si anno a porre in dimenticanza le precognizioni precedentemente stabilite, per appigliarci a cagioni ideali, giuochi della nostra fantasia.

Ignoro d'onde traggan l'origine la gravità, la virtù di molla, la forza elettrica con cento altre apparenze fisiche, che superano d'affai la mia tenue capacità. Non mi perdo però d'animo, nè chiamo in soccorso le misteriose cagioni; perchè siccome a' giorni nostri, usati soltanto i teoremi Dinamici, si sono svelati alcuni maravigliosi effetti, di cui gli antichi Filosofi erano onninamente all'oscuro, così mi giova sperare, che i posteri sieno per internarsi più addentro nel magistero della Natura, met-

ten-

tendo in vista parecchie verità, che presentemente sotto dense tenebre stanno nascoste: della qual gloria partecipano anche i Moderni, che di tempo in tempo ci arricchiscono di novelle impensate scoperte.

V.

Regola terza. Le proprietà de' corpi, che non ammettono nè intensione, nè minoramento, e che competono a tutti que' corpi, ne quali si possono istituire gli esperimenti, s'abbiano per qualità generalmente comuni. E vaglia il vero, gli attributi della materia non ci si rendono noti, se non se per l'esperienza. Dai sensi impariamo, che i corpi sono estesi, impenetrabili, e ripugnanti a cangiare stato: e sebbene il maggior numero d'essi o per la distanza, o per la sottigliezza al nostro tatto, ed alla nostra vista, sottraggonfi, da quelle poche osservazioni, che alla giornata ci si affacciano, massimamente non essendoci caso, nè circostanza, che c'induca a dubitar del contrario, si conchiude per la premessa regola, che de' menzionati attributi è fornita ogni porzione grande, e picciola della materia.

Ma se siamo altresì convinti, che i corpi nostrali staccati dalla terra in essa ricadono, ed i pesi sono alle masse proporzionali; che la luna è grave verso il globo terracqueo, e che i mari risentono nelle loro reciprocazioni della lunare attrazione; e che i pianeti esercitano l'un contra l'altro, e specialmente col sole una reciproca azione, e di tutto ciò ce ne somministrano una prova evidente le osservazioni astronomiche; conviene dire a norma della terza regola Nevvtoniana, che i corpi gravitano in se stessi scambievolmente, ed appresso che dai fenomeni si ricava un più forte argomento a favore della gravità universale, che della impenetrabilità, della quale non ne abbiamo osservazione alcuna ne' corpi celesti.

Alle sperienze addotte dal Cavalier Nevvton altre moltissime aggiunger si possono, di cui son pieni i libri, e particolarmente de' Signori s'Gravensande, e Muschembroek. Dappoichè il Cavalier Nevvton nel luogo citato si trattiene a lungo nel provare la mutua gravità di tutti quanti i corpi deducendola dalla terza sua regola, stimo ben fatto di chiamare ad un giusto esame così fatto pensiero, e di liberar d'ogni equivoco la presente materia. Se il rinomato Scrittore non altro ha in animo, salvo che di stabilire, che la mutua attrazione conviene ad ogni genere di corpi da noi conosciuti; di buon grado alla sua opinione ci sottoscriviamo, venendo essa da fenomeni ogni giorno più confermata. Ma se di ciò non contento opinasse esser la vicendevole attrazione ai corpi essenziale; son costretto a dissentire da lui per amore di verità. Io di leggeri comprendo, siccome l'estensione, e l'impenetrabilità sieno proprietà essenziali della materia; perchè lo spogliarla d'una d'esse è lo stesso, che distruggerla ed annichilarla. All'opposto s'io concepisco un corpo intieramente sfornito di gravità, si conserva tutt'ora nella mia mente l'idea della materia, la quale s'appoggia alla tripla dimensione, ed alla inerzia.

S'aggiunga di più, che in cotal ipotesi risiederebbero essenzialmente nella materia due attributi repugnanti, e contrari. Non si dipartono i Nevv-

soniani dal parere de' Fisici, che la trina impenetrabile dimensione sia fornita d'inerzia: proprietà insita, e passiva, che la rende restia a qualunque mutazione di stato. Ora se nel tempo stesso risiede nella materia una virtù attiva attraente; si accoppiano insieme nel soggetto medesimo due qualità direttamente contraddittorie; conciossiachè l'inerzia ripugna al cambiamento di stato, e la forza dell'attrazione s'impiega incessabilmente a variarlo; per guisa che la prima serve di freno, e la seconda di stimolo. L'una, e l'altra sono del pari radicate nella materia; perchè ambo seguitano la proporzione delle masse, ed in ordine a ciò dee fingersi tra loro un perenne contrasto. Egli è dunque un paradosso, che due facoltà opposte s'inferiscano ne' corpi, e che nell'atto stesso impediscano, e promuovano il mutamento di stato.

Il tanto volte citato Sig. Nevvton ha sentito, cred'io, il peso della difficoltà. Bisogna per un vero tener fermo l'assioma, che ogni massa corporea persevera nella sua costituzione di quiete, o di moto, se da qualche impressione estrinseca non vien costretta ad un cambiamento proporzionale all'azione, che s'impiega a vincere la sua pigrizia. L'inerzia certamente non dovca disgiungersi dalla materia; restava dunque, che la gravità universale, ed altre forze di simil genere dalla materia stessa si separassero, e facessero figura d'agenti esterni. Da ciò si conosce, che la mutua gravità, comunque universale, pure non può riceverfi come proprietà essenziale della materia.

VI.

Non vorrei, che quando per me s'accorda convenir a tutti i corpi quel genere d'attrazione che domina ne' pianeti; talun credesse, che dassi retta al Cavalier Nevvton, il quale sospetta non altro essere le tante attrazioni, onde i fenomeni ci ammoniscono, se non differenti modificazioni della universal gravità. Questa a dir vero è una preta ipotesi, nè dimostrata, nè forse dimostrabile, la quale dalla Fisica dee bandirsi secondo le stesse massime Nevvtoniane. Se mi diranno, che ogni qual volta un corpo grave sta situato dentro la sfera d'un qualche pianeta o principale, o secondario, la forza, con cui tende al centro, seguita la proporzion diretta delle distanze dal punto infimo, e cresce a misura che il peso alla superficie s'accosta; io acconsentirò, che questa legge sia una conseguenza del canone principale, oppure della mutua attrazion planetaria in ragion reciproca duplicata delle distanze; perchè ne abbiamo dal Sig. Nevvton una chiara dimostrazione. Ma negli altri innumerabili casi mi sia permesso di sospendere il mio giudizio, fin a tanto che una simile dimostrazione venga prodotta.

Mi rende vie più sospeso la diversità delle leggi, che danno norma alle attrazioni. Io metterò sotto degli occhi quelle poche, che son venute a nostra contezza. Ne' pianeti tanto principali, quanto secondari, stimolati gli uni verso il sole, e gli altri verso il centro de' primari, le forze centrali serbano la ragion reciproca duplicata delle lontananze. Ben è vero, che in egual discostamento dai centri non son pari i conati attraenti: e quantunque la diversità tra le osservazioni astronomiche non mi permetta di dedurre
un

un computo esatto, appigliandomi alle medie, trovo, che esposta per l'unità la forza, con cui la nostra terra tira a se la luna, quella di giovè rispetto a' suoi satelliti è cento venti due volte maggiore, e l'altra di saturno quaranta due, messe però le lunule dai loro centri egualmente remote.

Che diremo poi della forza della terra paragonata, colla solare? Se i calcoli non m'ingannano, stanno esse nella ragione di 1 : 30000. , e conseguentemente collocata la luna in pari allontanamento dalla terra, come la terra attualmente si dilunga dal sole, potrebbero essi globi cadendo da sublimità eguale descrivere la medesima ellissi: ma se la terra compie il suo giro in un anno, la luna c'impiegherebbe poco meno d'anni 555. La sterminata proporzione ci sorprende, nè per ora mi piglio la briga di discutere, se al fenomeno pienamente si soddisfaccia, ricorrendo alle masse de' pianeti, che sono in ragion composta della densità, e del volume.

Un altro canone ci somministrano i corpi magnetici, essendosi scoperto, che nella calamita le forze attrattive decrescono in ragione reciproca quadruplicata delle distanze. Da tante curiose particolarità, di cui presentemente non ho agio di favellare, viene accompagnato il fenomeno, che tra esso, ed il testè premesso non ci si vde corrispondenza. Succede il terzo canone, ed è, che ne' tubi capillari di vetro, ne' quali si sostentano i fluidi sopra il livello, si professa, che le forze quasi direi assorbenti s'aumentano in proporzione delle interne superficie de' cannelli. In tal operazione della Natura c'è dello stravagante, o piuttosto dell'immaginario. Intorno le attrazioni elastiche, ed elettriche per ora nulla decido, e nè meno piglio per mano gli esperimenti chimici bene spesso così stupendi e perpleksi, ch'anno sedotto i periti dell'arte ad abbandonare i principj comuni, per abbracciarne de' misteriosi.

Aggiungo, che se ci andasse fatto di misurare accuratamente le leggi tutte appropriate a quegli effetti, che alla virtù di attrarre, e di respingere sogliono attribuirsi, ei troverestimo soprassatti dalla pluralità de' canoni, i quali mal ponno riporsi sotto una legge universale della Natura; essendo forse impossibile di mostrarne la connessione. Gli esempi addotti ce ne danno una prova sufficiente. E se trattone un solo, gli altri tutti, quanti possono essere, anno indispensabilmente ad assumersi siccome fenomeni; chi m'insegna a quale d'essi debba darli la preminenza?

Sia privilegiata la legge, che presiede alle celesti rivoluzioni; e perchè per l'ampiezza dell'Universo si spande; e perchè è secondata dalla conseguenza. Mi nasce però uno scrupolo, e consiste in ciò, ch'essa colla sua compagna, e dipendente sono mancanti ed imperfette, e non soddisfanno, salvo che alla metà del loro uffizio. La natura nel metterle in opera fa uso solamente delle forze centripete, e non già delle centrifughe; nè avviene unquanco, che tramuti le attrazioni in repulsioni. Come mai potrebbe farlo senza incorrere in repugnanza facile a dimostrarli? Convien dire, che se colla legge primaria e fondamentale non si accordano i conati repellenti; essa legge risponde sol per metà alla intenzione della Natura, e che di conseguenza dee riporsi tra le secondarie. Diasi dunque la preferenza a qualch'altra; e tale fra le conosciute si è quella, che regola le attrazioni magneti-

che

che, per cui le forze dirette ai due poli della calamita, lungi da qualunque assurdo, di attrattenti si trasformano in repulsive. E se ciò non piace, meglio farà, non mica cancellar dalla Fisica sì fatte leggi comprovate dagli esperimenti, ma piuttosto adottarle in figura di fenomeni.

VII.

Nè ho detto a caso, che vogliono le attrazioni riceverfi in qualità di fenomeni, perciocchè come ho notato di sopra, s'ingannerebbe a partito chiunque si desse a credere d'esprimere a sufficienza con questo nome l'essenza della cagione. Giusto i dettami della nuova filosofica famiglia i pianeti, che incessantemente colle mutue gravità si sollecitano, nuotano nel vano, e per ispazj sterminati tra loro, e dal comun centro del sole sono disgiunti. Convien dunque ammettere le azioni in distanza tanto abborrite da' Fisici, nelle quali non si riconosce influsso di sorta, e che finalmente ricadono nelle cause occasionali del P. Malebranche, per cui si lascia a Dio solo la cura di operare alle occasioni con quelle leggi, che non già alle sue creature, ma a se medesimo egli ha prescritte. Ripudiata una tale sentenza, fa d'uopo concepire una virtù, un non so che propagato in giro non si fa come per l'inane all'infinito; imperciocchè in qualsivoglia sito, ed in qualsivoglia lontananza i corpi si collochino, sentono subito il vigore delle vicendevoli forze attrattrici.

A me pare, che il più sicuro metodo di filosofare richieda, che non si perdano mai di vista gli attributi cognitivi della materia come altresì quelle forze, le quali da fenomeni analoghi ci sono manifestate, e che faccia d'uopo star sempre intesi a spiegare con questi mezzi, almeno per quanto si può, i lavori mirabili della Natura. Se la cosa non riesce, gli effetti noti nascenti da cagioni sconosciute si assumano in figura di fenomeni, e di dati fisici, de' quali dietro la scorta dell'esperienza si cerchino le leggi, e le conseguenze. Quindi da una verità ipotetica palese ai sensi si faccia transito alle più rimose, che si svelano passo passo coll'uso del raziocinio. Ma di ciò ho discorso nella mia prefazione, ed ho insinuato, che non si trascuri quel poco, che può saperfi, giacchè non si può saper tutto.

Io non mi dichiaro del partito di coloro, che odiano per fino il nome di attrazione, e la registrano nel catalogo delle qualità occulte. Non sono alieno dal riceverla nel senso poco fa esposto; imperciocchè non potendosi dubitare dell'effetto ben avverato, e delle leggi, che l'accompagnano; non importa con qual vocabolo si chiami la causa secreta, che lo produce. Tal fitta si piglia la denominazione dalla materia, e si dice virtù magnetica, ed elettrica, e più spesso per non moltiplicare le voci si usa l'espressione generale di forza attrattiva: ma con ciò non crederei, che si pretendesse essere le cagioni simili, ed analoghe, mentre sono frequentemente tanto dissimiglianti gli effetti, e tanto differenti le regole, da cui vengono determinati. Oltre modo equivoca si è la parola di attrazione, ed avvegnachè se ne ritenga il suono, e si procuri con un folio volo di mente di adattare: una idea generale; non ostante ciò nelle particolari ispezioni siamo stretti a distinguere i varj significati, e a separare i diversi concepimenti.

LI.

LIBRO SECONDO.

De' principj Particolari della Fisica.



CAPITOLO PRIMO.

Cosa sia la Materia.

I.

DOvendo io discorrere a lungo sulla natura, e su i principali attributi della materia, avrei prima d'ogni altra cosa, a litigare con certi Filosofanti, i quali sopraffatti da alcune difficoltà da loro credute insolubili, e massime dall'unione dell'anima col corpo, coraggiosamente ne negano l'esistenza, ed appellansi Idealisti, stando di mezzo fra i Dogmatici, e i Settici. Costoro, trattano la mente colle sue idee, e colle sue rappresentazioni, altra sostanza in Natura non ammettono, e particolarmente escludono la corporea. Da questa noiosa disputa mi dispensa la bella riflessione di Cristiano VVolffio, che egli a pari degli altri attendono seriamente alla Fisica, e sebbene non rendon ragione delle cose, che sono fuori di noi, non pertanto ragionano come noi, ed al Mondo reale ci sostituiscono l'ideale.

Per ben conoscere, non dirò già l'intima essenza della materia, perchè di tal metafisica indagine un Fisico non si prende guari pensiero, ma almeno i suoi primigenj attributi: fa di mestieri gittar lo sguardo su tutte le proprietà positive, e negative, assolute o di relazione, particolari o comuni, palesi o dubbiose; affinchè istituita una giudiziosa analisi, si pervenga a discernere cosa sia materia, e quali le sue affezioni fondamentali, da cui tutte le altre traggono l'origine.

Aristotile si è attenuto ad una particolarità relativa, col definir la materia prima, subietto comune delle forme, dandocene una semplice spiegazione del vocabolo, e non mica una chiara e distinta idea fondata sull'assoluto. A questa definizione il Filosofo ne aggiugne una seconda lavorata sul negativo, insegnando, che la materia non è sostanza, non quale, non quanta, ed in una parola nulla di ciò, per cui il composto viene nel suo
esse:

essere costituito. Di cotali nozioni troppo generali, ed astratte, siccome inutili e sterili, non fa conto la Fisica; mentre con l'aiuto d'esse non si muove mai un passo, nè si arriva mai a dilucidare nè pure il più meschino fra suoi fenomeni.

E vaglia il vero, quando lo Stagirita medesimo si è accostato più da presso alla Natura, ci ha fatto avvertiti, che la quantità, o sia l'estensione è coetanea alla materia, e che l'una dall'altra disgiungere non si ponno, se non se per via d'una mental precisione. In oltre, professando egli d'escludere il vano introdotto da Democrito, si è espresso, che ovunque si rinviene trina dimensione, cioè lunghezza, larghezza, e profondità, ivi ci è corpo, e conseguentemente materia: la qual sentenza insieme con la sua prova è stata dal Cartesio adottata.

II.

I misti, che tutto di ci si affacciano, e sotto gli occhi nostri continuamente si mutano, sono forniti d'innumerabili proprietà. Ce ne sono di rari e di densi, di fluidi e di solidi, di molli e di duri, di opachi e di trasparenti. Alcuni si veggono animati dal moto, ed altri posti in quiete almen relativa; ma i primi perdon bene spesso la forza impressa, ed i secondi l'acquistano. Alcuni sono pigri, ed inerti; altri guarniti d'una risentita virtù di molla, e così vadasi discorrendo. La materia è dunque capace di tutte le premesse qualità, e d'altre moltissime, che sovente in essa risorgono. Ma perchè del pari può starne senza, e tutta via sussistere; è cosa chiara, che anno a riporsi fra gli attributi secondarij, e non tra primitivi, i quali si trovano indispensabilmente ovunque c'è materia, e servono di base alle modificazioni men principali.

Ora mi si assegni un composto privo di estensione, e sia pure oscuro o luminoso, tenue o massiccio, e che so io; non è egli evidente, che ognuna delle menzionate particolarità alla trina dimensione si appoggia, e che, se ad esse manca il sostegno, si risolvono in nulla? Appreso ne' prodotti fisici non può concepirlsi mutamento senza moto, nè moto senza estensione; laonde riguardate le cose da tutti i lati, è verità più splendida della luce del Sole, essere l'estensione, o la trina dimensione uno degli attributi capitali della materia.

III.

Ed ecco mosso il primo passo: resta che si faccia il secondo, e che impariamo a distinguere l'estensione vera e reale dalla relativa ed immaginaria. Una nuda estensione, tal quale il Geometra la concepisce, badando soltanto, che una parte coll'altra non si confonda, è uno spazio puramente ideale, e non una fisica materia, che non vuolsi spogliare di consistenza, e d'impenetrabilità. In fatti non avviene mai, che s'imprima nella nostra mente la nozione d'un corpo qualunque dalla sua figura circoscritto, che nello stesso tempo non si risvegli in noi quella altresì del luogo, in cui
per

cui per avventura il corpo soggiorna. E la ragione si è, perchè, facendosi i corpi in virtù del movimento ora ad un sito, ed ora ad un altro presentisi; egli è d'uopo, che per nostro modo d'intendere, si separi in qualche maniera il contenuto dal continente, e che si attribuiscono al luogo le dimensioni proprie del corpo.

Fingo, che una massa di determinata grandezza il suo solito posto abbandoni, e in sua vece, per riempire il loco lasciato vacuo altrettanta non ne sottratti; mi farò bensì a misurare lo spazio cubico d'un palmo, a cagion d'esempio, o per mezzo del solido, che si è partito, o per via della superficie, che lo circonda: ma dopo ciò non m'indurrò mai a credere, ch'ivi ci sia materia. Ivi non si rinvencono parti, salvo che immaginate; imperciocchè non possono scambievolmente permutar sito in passando dall'alto al basso, o da destra a sinistra. Conseguentemente non si dà nè azione, nè reazione, ed un mobile, che a traverso del predetto spazio cammina con una costante celerità, non urta in contrasto di sorta, nè perde una qualunque minima porzione della sua forza; perchè non si fanno ad esso incontro altri corpi, cui possa comunicarla.

Se poi si pretendesse, che alla suddetta estensione ideale non ripugni il movimento; onde sollevata allo stato di materia fisica stia sempre pronta a cangiar luogo, conforme pensava forse il Cartesio; pare a me, che da un solo palmo di tal quantità continua estrarre si possa tanta mole, che sia bastante a riempire infiniti Mondi. Trasferita altrove, giusto l'ipotesi, la prima palmar magnitudine, non si toglie di mezzo la seconda, che ugualmente lunga, larga, ed alta occupa il medesimo sito, ed è del pari preparata a mutarlo, indi la terza, e poi la quarta, e così di mano in mano. Per la qual cosa collocando in ordine i pezzi uno accosto all'altro si metterà in essere una estensione maggiore di qualunque data, la quale non si fa come stava tutta, quanta ella è, in un cubo di poche dita ristretta, e compenetrata.

IV.

Non bisogna dunque confondere il vano col pieno, e lo spazio colla materia. Lo spazio vuoto è un pretto nulla, che non può prodursi, nè annichilarsi, che si presenta alla fantasia siccome invariabile, immobile, immenso, ed eterno. E giacchè non siamo tanto prevenuti, che esso non si conosca inetto ad agire, e a patire; sappiamo altresì, che per suo conto niente si genera, e si corrompe. In somma altro non è che una estensione relativa, o per dir meglio una mera capacità, in cui un corpo sta collocato, o almanco, secondo la nostra maniera di concepire, può collocarsi. Va riposto esso spazio fra le privazioni, essendo somigliantissimo alle tenebre, ed al silenzio, che sebbene non si contano fra le cose esistenti, si considerano tutta via sotto una specie di rapporto in ordine all'aere oscuro, o muto, che potrebbe essere rischiarato dalla luce, e agitato dal suono.

In simil guisa guardiamci di non dare alla nuda estensione, per così esprimermi, troppa realtà, come ha fatto forse Aristotile, e dopo lui cer-

tamente Giordano Bruno; mercè che s'intorbida da capo a fondo la chiarezza delle idee originali, qualunque volta li appropria l'essere al nulla, e ciò, che più rileva, un essere trascendentemente infinito, che non ha limiti, rispetto la grandezza, e la durazione. Non si copre l'inconveniente, anzi vie più si palesa col surrogare all'infinito l'indefinito, come fece Renato Cartesio, il quale col velo d'un vocabolo s'ingegnò di nascondere l'assurdo: se pure, conforme suol dirsi, non volle gittar la polvere negli occhi de' suoi Lettori. In tanto si noti, che i Nevvtoniani favoriscono soverchio lo spazio per immenso, e per eterno senza alcuna esitazione, spacciandolo: anzi il loro Maestro l'ha dotato d'una strana prerogativa, arrischiando l'ardita proposizione, che in esso, come in suo intimo, ed unico sensorio, Iddio tutte le cose conosce, e distingue.

V.

Mi rivolgo ad ascoltar gli Avversarij. Il nulla dicono eglino non è fornito di qualità, giusta il comune assioma: *non entis nulla sunt qualitates*; dunque, dove si rinvencono proprietà, ivi certamente ci è qualche cosa, che ad esse serve di fondamento: ma lo spazio è lungo, largo, e profondo, è circondato dalle sue figure, e nelle sue parti divisibile; conseguentemente la trina dimensione, base delle mentovate affezioni, non è un semplice nulla, ma una vera, e real entità.

Andava con meco divisando, qualmente i citati Fisici non si sieno accorti della fallacia del loro discorso. Se avessero posto mente, che a parecchie privazioni si adatta una relativa estensione, di cui per se stesse non sono capaci, e che questa si attribuisce non solo allo spazio inane, ma di più alle tenebre ed al silenzio, occupanti ora un maggiore, ed ora un minor tratto; sarebbero rimasti convinti, che non an sempre a moltiplicarsi le cose a norma delle nostre percezioni, e che tutto di siamo soliti di appropriare alle privazioni alcune particolarità di que' soggetti reali, che si sono tolti di mezzo, e che dovrebbero, o almeno potrebbero esser presenti.

Spendo alquante parole in rintracciare l'origine di questi equivoci concepimenti, i quali addossano al nulla un'apparente realtà, e perciò tirano facilmente in errore i Filosofi più accreditati. Sono senza dubbio le privazioni un niente fuori di noi; ma nell'affacciarsi, per così esprimermi, negativamente all'intelletto, vengono accompagnate dai fantasmi della immaginativa, e per conseguenza dagl'interni sentimenti dell'anima. Quindi è costume invalso nell'ordinario favellare degli uomini, che, se non se a tutte, almanco alle più comunali, i nomi s'impongano significanti per una parte il loro non essere, e per l'altra quegli idoletti, che si formano nella fantasia, e quelle intime affezioni, che nella mente si destano. All'improvviso estinta la candela, rimango di notte al buio. So benissimo, che nulla di nuovo s'introduce nella mia stanza, e che cessa soltanto l'azione del lume. Con tutto ciò mi avveggo, che non resto talmente nudo d'ogni percezione spettante al senso della vista, che non mi paja di vedere ad occhi
aper-

ti un non so che di tetro al color nègro sembiente, quantunque io sappia d'essere involto fra le tenebre, le quali, essendo tal fiata associate ad una insolita densità d'aere, con una espressione enfatica, dalla Sacra Scrittura si chiaman palpabili.

Appreso le privazioni nell'atto d'essere da noi concepute, non vanno mai sole, perchè si accoppiano colle circostanze precedenti, e susseguenti; che pigliandosi volgarmente s'come cause ed effetti, s'ebbene impropri, in qualche maniera le sostentano, e ce le imprimono più saldamente nella fantasia, e nella memoria. La cecità, a cagion d'esempio, ci fa sovvenire della luce, e de' colori con piacere in altri tempi veduti, e noia e tedio ci apporta. Con tal artificio i Poeti facitori d'idoli, e d'immagini, che ad ogni subietto, e per fino al niente, fanno dar corpo, adornano le privazioni di gentilissime fantasie, e vaglia per tutte quella del silenzio lavorata dall'Ariosto. L'esposta foggia di popolarmente pensare, benchè lontanissima dal buon senso, tuttavia dai Filosofanti, non saprei dir come, adottata, è giunta tal volta ad un'appena credibile stolidità. Me ne rendano testimonianza le visioni de' Gentili, dai quali le privazioni, verbi grazia la morte, ed altre parecchie, si sono alzate al posto eminente di tante Deità.

Applico le premesse riflessioni allo spazio vano, e dico, che l'estensione solida facilmente degenera nell'immaginaria, qualora cioè la prima, per via d'una mentale precisione, de' suoi reali attributi si spoglia. Una massa fisica non è separabile dalla sua figura; conciossiachè, a forza di astrazioni, le figure estese dalle altre qualità corporali, per esempio dalla impenetrabilità, ponno disgiungersi, ma non al rovescio; mentre non arriveremo mai a concepire un pezzo finito di materia, che da una qualche figura non sia circoscritto. Quindi esse figure ci stanno per guisa stampate nella fantasia, che, per quanto il corpo si estenui, e si riduca ad un mero nulla; non avviene mai, che le loro immagini in noi si cancellino. E sebbene, chi non si lascia sedurre dall'apparenza, comprende apertamente, che altro non rimane, salvo che una pura capacità atta a contenere un vero corpo massiccio e figurato; non per tanto stenterà a purificare le sue idee, ed a liberarsi dalle fallacie de' suoi radicati pregiudizj.

VI.

E giacchè mi si offre l'occasione, intorno le figure convien fare qualche avvertenza. Ogni qual volta alla estensione da tutti i lati si assegnano i termini, oltre i quali si suppone, che non trascorra, si determinano le sue dimensioni, un pezzo dall'altro si discerne, e si separa, ed in tal guisa si formano in noi le idee delle innumerabili differenti figure. Queste sono il principale soggetto della Geometria, la quale nell'investigare le loro affezioni unicamente s'impiega, ed entrano necessariamente nella Fisica, in quanto ne' suoi lavori la Natura, per dir così, geometrizza. La matematica pura precinde da tutte le passioni de' corpi, e per fino dalla solidità, contentandosi di assumere per proprio obbietto la sola trina dimensione, siccome figurata. Finge per tanto nello spazio nudo e solido, e superficie,

G g 2

e li-

e linee, che, per dar campo alle dimostrazioni, s'incontrano, si tagliano, e tal fiata si compenetrano: ed appresso s'immagina delle superficie senza profondità, delle linee senza larghezza, e de' punti onninamente indivisibili: colle quali astrazioni la quantità continua vassi al mero niente passo passo accostando.

In fatti nulla serve al Geometra l'accumular proprietà: conciossiachè, bastando a lui, che una parte ideale sia fuori dell'altra, e che insieme non si confondano; le sue conclusioni del pari si verificano applicate alla materia fisica corredata de' suoi reali attributi. In questo mentre facendo egli lega colla scienza naturale, congiunge sovente all'astratta quantità continua una qualche affezione corporea, per esempio, la fluidità, la durezza, la forza, e più frequentemente d'ogni altra la gravità. Non si scorda però delle sue precisioni: mercè che addossa il peso, non solo ai solidi, ma di più ai piani, e alle linee, e segna i punti indivisibili, siccome centri di gravità, ne quali sta concentrato il peso intero della figura. Quindi è surta la Centro-barica, scienza egualmente alla Fisica, ed alla Geometria profittevole indicata da Pappo, coltivata dal Valerio, dal Guldino, e da parecchi Valentuomini a maggior perfezione ridotta, di cui ci ha dato il primo saggio Archimede nella sua meccanica quadratura della parabola.

Egli è vero, che ne' prodotti naturali non si ravvisano, se non se corpi, cioè di tutte e tre le dimensioni forniti; imperciocchè, conforme ne' seguenti Capitoli io dimostrerò, non si danno superficie prive di altezza, né linee senza larghezza, e profondità. Ogni corpo è sempre corpo, per quanto si sminuzzi, e si stritoli; avvegna che egli è impossibile, che fino al punto spogliato di parti proceda la divisione.

Appresso vuole notarsi, che le figure reali, e non immaginarie sono sempre mai solide, e siccome tali misurano i volumi, e non già le masse: viene a dire, che quella quantità di speciale materia, che sotto una data figura si contiene, non riempie di gran lunga il volume, o sia la capacità della figura continente. Così non è tutto oro ciò, che in una sfera ripurata d'oro si comprende, ed oltre le materie eterogenee, che vi s'insinuano, probabilmente, come a suo tempo vedrassi, c'entra anco il vacuo disseminato.

I fluidi a differenza de' solidi non asserano particolari figure, e si adattano prontamente a quelle dei vasi, in cui si ripongono. Negli uni, e negli altri però, oltre le figure totali proprie de' secondi, ed a primi appropriate, anno a considerarsi le parziali, da cui sono abbracciate le piccole componenti, le quali si formano dall'unione d'altre ancora più picciole, e così di mano in mano, sinattantochè per evitare l'assurdo di progredire all'infinito si perviene a quegli ultimi elementi, in cui la partizione si ferma, e ne quali dalla capacità delle figure si misura non più il volume, ma bensì la massa da esse compresa.

Spessissime fiata la Fisica chiama in aiuto la Geometria, e l'Analisi, e perciò non può dispensarsi dall'adottare alle occasioni le loro idee lavorate a fior di astrazioni. Si vale dunque di punti centrali, di linee,

nee, e di piani immaginati, quando massimamente vengono ad uso, senza portar con seco ripugnanze, ed assurdi. Prendo ad investigare la lontananza del Sole dalla nostra Terra per mezzo della lunare dicotomia accuratamente osservata. Io stampo nell'etere un triangolo rettangolo congiungendo con tre rette ideali i centri de' tre menzionati Pianeti, indi, supposta nota la distanza della Terra dalla Luna, e misurato un angolo acuto, coi canoni trigonometrici vengo a capo della inchiesta. Che importa a me di perdersi sulla fortigliezza delle linee visuali, e sul fondo della superficie triangolare, mentre non si tratta, se non se di lunghezze? Anco l'Algebra Cartesiana ci offerisce le sue grandezze negative, e le immaginarie, e la Leibniziana le sue differenze infinitesime di varj ordini, e le sue sommatorie: ma cotali magnitudini debbono adoprarfi in fisica con quelle cautele, che anderò in progresso esponendo.

VII.

Abbiati per istabilito, che la materia fisica è bensì una estensione, ma corporea, o sia impenetrabile; ma resistente, viene a dire pigra, ed inerte; ma mobile, e capace, sebbene con qualche ritrosia, di cangiamento di stato, e di essere animata dalla velocità, e dalla forza; ma divisibile in modo, che una delle sue parti possa colle altre permutar sito; ma tale, che dallo spazio inane è tanto remotissima, quanto l'essere dal non essere: in poche parole atta alle azioni, ed alle passioni, e si fattamente feconda, che dal suo seno tutti i prodotti naturali traggon l'origine.

Qui mi si fa incontro il celebre Signor Muscembroek, il quale inteso ad arricchire la materia di quante affezioni a lui sono venute in mente, senza prendersi cura di separare le certe dalle dubbiose, e le principali dalle secondarie, non si mostra pago della premessa maniera analitica di filosofare. Dic' egli, che a forza di mentali precisioni, la materia si spoglia di quelle proprietà, che ad essa sono essenziali, a cagion d'esempio della universal gravità. Aggiunge, che tal sorta di risoluzione arbitraria va a terminare dove si vuole, laonde potendo io a mio piacere fermarmi più presto, o più tardi nella scala delle astrazioni; sarò sempre ambiguo qual sia l'originale attributo, su cui si fonda la natura della materia. Siccome disgiungo da essa il moto, la forza viva, e l'attratrice, la durezza, e l'elasticità, proprietà capitali, ed inseparabili, che secondo alcuni Fisici nel suo essere la costituiscono; così chi mi vieta di prescindere coi Geometri dalla impenetrabilità, e dalla inerzia, e coi Metafisici per fino dalla trina dimensione, apigliandomi a qualche attributo anteriore, che la sostiene, e ricorrendo all'esigenza degli Scolastici, o alle monadi del Leibnizio?

Non si dee risparmiare industria per collocare in tutto il suo lume una verità capitale, e base di tutte le mie perquisizioni, che da essa immediatamente deriveranno. Convien dunque separare nelle lor classi le differenti affezioni, alle quali la materia soggiace, ed istituire un'analisi più rigorosa. E primieramente non cade senza fallo la quistione sulle modificazioni, che a tutti i corpi non son comuni, e tali sono la fluidità, la trasparenza, ed
altre

altre moltissime, intorno le quali siam sicuri, che da per tutto, dove c'è materia non si rinvencono, e perciò ponno ragionevolmente porsi da canto, non essendoci disdetto di assumere que' prodotti, in cui mancano, ed indagare cosa sia la materia fisica, che li sostiene.

Secondariamente alquante proprietà, delle quali si dubita, non senza il suo perchè, e sono le poco si nominano, che giusta le varie filosofiche sentenze alla materia essenzialmente convengono, o non convengono, pare a me, che, se non per altro titolo almeno in grazia del buon metodo, abbiano per provvedimento a trasandarsi, fin a tanto che sopraggiungendo nuovi lumi si tolga di mezzo l'ambiguità. Di tali attributi il lodato Scrittore con troppa liberalità ha adornata la materia, e mi sovviene di Ruggero Cotes, il quale nella sua prefazione ai Principj Newtoniani più coraggioso del Maestro ha pronunciato, che la gravità è tanto essenziale alla materia, quanto l'impenetrabilità. Nello stabilire i primi principi della scienza naturale non si dee mescolare il certo coll'incerto, adottando, fuor di proposito, e senza bisogno alcune massime contrattate, e generalmente non ricevute, mercè che in tal guisa le supposizioni dubbiose coi principi fermi mal si confondono.

In terzo luogo, ci sono nella materia degli attributi essenziali bensì, ma che nascono di conseguenza, e fra questi la divisibilità, e la mobilità, che all'estensione impenetrabile immediatamente si appoggiano, de' quali se non fosse capace, in nulla si risolverebbe; distruggendosi insieme insieme le proprietà principali, che colle secondarie si uniscono di stretta indissolubile necessità. Ed appunto le assegnate particolarità, che in una mera potenza consistono, ridotte all'atto suppongono la materia già organizzata, e disposta in un sistema; e tali sono il moto locale, la forza attiva, e se così piace l'universal gravità, con altre parecchie, che dalle varie Sette de' Filosofi vengono o bene, o male introdotte, come la durezza infinita degli atomi Epicurei, e la perfetta fluidità dell'etere Cartesiano: intorno le quali basta riflettere, che non si legano talmente colla materia, che non possa sussistere, senza che nelle sue primarie proprietà, cioè estensione, ed inerzia rimanga nè punto nè poco pregiudicata.

VIII.

Per la qual cosa il filo d'una fisica analisi ci conduca fin a quel segno, che passando gradatamente da astrazione ad astrazione, l'idea del soggetto nella nostra mente non si cancelli, e non isvanisca. Dichi, che la gravità Newtoniana sia talmente immedesimata coll'esser corporeo, che lo staccarla onninamente ripugni. Non resta però, che, se io dal considerarla il mio pensiero ritraggo, o pure che di bel nuovo prescindendo la metto in disparte; non resta, dico, che in me non si conservi un limpido, e distinto concetto della materia; in quanto cioè mi si presenta sotto l'idea d'una trina dimensione impenetrabile, ed inerte, attributi essenziali, ed anteriori, che sostentano la gravità affatto inetta a reggerli da se stessa.

Di

Di passaggio si avverta, in quale sconvenevolezza incorrerebbe colui, che con uno sforzo d'intelletto tentasse di precindere dall'estensione solida, tenendo soltanto saldo il concetto della gravità. Io sono convinto dal mio interno sentimento, che per quanto s'ingegnasse di affottigliare la cosa, non arriverebbe mai ad astrarre assolutamente dalla sostanza corporea, che alla gravità serve di base, e che voglia o non voglia, la nozione della massa, che a' pesi dà regola, ne' suoi divisamenti s'insinuerebbe. Non così all'opposto; conciossiachè, senza ripugnanza di sorta, la materia iner- te fornita, o spogliata di gravità del pari si concepisce.

Più oltre non dee progredire l'analisi; imperciocchè pervenuti che siamo alla trina dimensione solida, ci manca il campo di maggiormente trascorrere. E vaglia il vero qual è quell'antieriore attributo reale e positivo, che mi si affacci, e della materia mi dia contezza? O convien dunque sulle orme del citato Signor Muskembrock tornare indietro, e disfare il già fatto, accumulando per via di sintesi le affezioni meno principali già trasandate: che dal buon metodo non ci viene permesso; avendosi esse nel progresso de' nostri ragionamenti a ripigliare in figura di dipendenti, e di secondarie. Ovvero fa di mestieri ingolfarsi in remote metafisiche specolazioni per lo più vacue di realtà, e fantasiare sulle potenze, sugl'individui, sull'entità, sull'esigenze, e che so io: con che, surrogando al noto lo sconosciuto, l'oscuro al chiaro, ed al distinto il confuso, si fa di tutto per abolire le nette idee, che benignamente dalla Natura per lo canale de' sensi nella nostr' anima vengono impresse.

Mi fermo pertanto sulla menzionata impenetrabile estensione, nè di vantaggio m'inoltro. E per iscanfare le dispute inutili non mi prendo la briga di definire, se in essa consista l'essenza delle cose materiali: e siccome per così esprimermi, al di sotto di essa varj attributi, ma di conseguenza, io ravviso; così non vado dietro a quelle, che ci stanno sopra, e che se per avventura ci fossero, alla mia intelligenza sottragonfi, de' quali non formo idea, e non ci vedo la connessione. Io li lascio di buona voglia ai cultori della più sublime Filosofia; imperocchè non abbiain a poggjar tant' alto, quando si tratta dei fisici investigamenti..

IX.

Verrà forse a tal uno la curiosità di sapere, quale de' due attributi alla materia essenziali, di cui mai non va priva, e sono la trina dimensione, e la ripugnanza a cangiare stato, che col vocabolo affai espressivo d'inerzia fu dal Keplero contrassegnata, faccia comparsa di principale, e qual di secondario. Se io bado all'ordine delle cognizioni umane, il quesito ammette una pronta soluzione; imperciocchè prima d'ogni altra proprietà i Fisici, e per fino Aristotele, anno riconosciuta nella materia l'estensione, e la quantità in figura di sua perpetua ed indivisibil' compagna: laddove non si è scoperta l'inerzia, se non dappoichè la scienza naturale era già vecchia di molti secoli. E dall'ignoranza appunto di questo essenziale attribu-
to.

to è derivato, secondo il mio parere, che mal si confonda da molti capi di Setta il pieno col vacuo, e lo spazio colla materia.

Avuto poi riguardo alla cosa in se stessa, fra le due menzionate affezioni non si scorge priorità d'origine, o di dipendenza; conciossiachè, se con uno sforzo di mente separo l'inerzia dalla estensione, questa degenera in una privazione, ovvero in un puro nulla, e se tolgo di mezzo l'estensione non so a qual soggetto appoggiare l'inerzia. Arroge, che tutte le sperienze mi ammoniscono, essere in ogn'incontro l'inerzia proporzionale alla massa, di cui i corpi sono composti, prendendosene la misura, non già dal volume, che secondo le circostanze, ora si restringe, ora si dilata, ma bensì dalla quantità della materia, che in essi corpi risiede.

Si ragionerà esattamente in dicendo, che l'inerzia è una cosa medesima colla materia; perchè cresce, e si diminuisce non mica in se stessa, ma soltanto relativamente all'aumentazione, e minoranza della massa. Se taluno s'immaginasse, che ad una determinata quantità di materia si addossasse, o almanco in qualche altra costituzione di Mondo, si potesse addossare una più grande, o più piccola ripugnanza a mutare stato; darebbe di petto nell'assurdo, e nell'impossibile. Essendo l'inerzia conforme a suo luogo dimostrerò una conseguenza immediata della impenetrabilità, ai corpi più e meno inerti corrisponderebbero li più, e li meno impenetrabili; lo che a chi ben ci pensa importa contraddizione.

X

Do compimento al soggetto, facendomi ad esaminare per quai motivi alcune filosofiche Famiglie non si sieno mostrate paghe dell'idea semplicissima della materia, desunta dai due capitali attributi estensione, ed inerzia. Pareva, che non fosse di stagione tutto ciò, che non avea sentore di metafisica sottigliezza. Gli antichi anno annoverata la trina dimensione impenetrabile, ed i Moderni ci aggiungono la ripugnanza al cangiamento di stato fra le proprietà della materia: ma non contenti di queste viste, sono andati in cerca d'un qualche attributo anteriore, e primigenio, che serva ad esse di sostegno. Gli scolastici persuasi da alcune teologiche conghietture, che la materia spogliata delle predette affezioni possa nulladimeno nella sua più interna essenza sussistere, la diffiniscono un non so che esigente una quantità impenetrabile. Questa esigenza però va senza fallo riposta fra le proprietà relative, le quali da se sole non si reggono, anzi anno indispensabilmente bisogno delle assolute, a cui si appoggino. L'attributo poi reale, e positivo base della predetta esigenza non è mai stato assegnato, nè sarà mai assegnabile, mancandoci i criterj per iscoprirlo; dunque ci sia, o non ci sia, o in qualità di primitivo, o di dipendente da un altro ancor più recondito (perchè su ciò, che non può sapersi, è cosa vana il mover quistioni) esso indubitatamente nè punto nè poco appartiene alla Fisica, la quale per render ragione dei fenomeni, non ha da ricorrere a' principj sconosciuti.

In questo mentre il Leibnizio ristoratore in parte delle sentenze Aristoteliche ha creduto di supplire al difetto, suggerendoci le sue monadi, sulle quali con un grand' apparato di sottigliezze si è trattenuto lungamente il VVolfio nella Cosmologia. Se mi venisse permesso di esporre i miei sensi con libertà direi, che il lodato Scrittore altro non ha fatto, che tirarli un passo addietro; qualunque volta in vece di attribuire la serie delle cagioni, e degli effetti naturali alla materia inerte avvalorata dalle forze vive, e morte, l'ascrive alla misteriosa energia di certe unità elementari immobili, ed indivisibili, che quanto più si considerano, tanto meno s'intendono.

Sia però la cosa, come si vuole, per confessione dello stesso VVolfio nell'opera testè citata, sebbene l'estensione, l'inerzia, e la forza anno a prenderli siccome altrettanti fenomeni, e macchine messe in azione dalle suddette entità, a guisa d'una scena di fantocci mossi da mano nascosta; non per tanto la materia fisica, per valermi della frase dell'Autore, è un fenomeno sostanziale, cioè a dire, che fa la figura, o almeno l'apparenza d'una vera, e reale sostanza, e siccome tale si debbe assumere, e maneggiare, cavandone quelle conseguenze, che fluiscono dalle idee semplici a noi familiari, e più alla nostra portata. A che pro dunque imbrogliare la scienza della Natura d'individui, e di monadi, le quali non vengono ad uso, e non sono acconcie a spiegare qualisiasi fisico effetto?

Se io mi farò a render ragione di alquante proprietà della luce, per qual causa cioè sia atta a rifletterli, a rifrangerli, e a diffondersi, appagarci forse i Lettori, quand'altro di migliore dir non sapessi, se non se che gli elementi VVolfiani sotto la scorza materiale appiattati ne contengono intimamente in se stessi l'unica e germana cagione; essendo non si fa come disposti, e talmente preordinati, che necessariamente le divise apparenze a nascer si veggono. Io quanto a me, lasciate ad intelletti più acuti le astruse meditazioni, rifuggirei alle regole de' movimenti, e delle resistenze, alle forze composte, e ad altri principj fisici, e geometrici, coll'ajuto de'quali si svela il meccanismo della Natura. Il bello si è, che dietro la scorta del loro illustre Maestro così si adoperano i medesimi Leibniziani, e che per troncane, piuttosto che per isciogliere alquanti nodi metafisici, si sono appigliati a cotale strano partito.

XI.

Messe da canto le accennate acutezze, che non fanno per la Fisica, ed epilogando le cose dette, io conchiudo, che mal si appongono coloro, i quali fondano l'essenza della materia su certi attributi, che non sono realmente in Natura, e debbono piuttosto riporsi fra i concepimenti venuti in testa ai Filosofi, per sostenere i differenti, anzi contrarj sistemi di loro particolare invenzione. Tali io reputo le forze attrattive, e repellenti, e l'immenso vacuo della scuola Nevvtoniana; tali gli atomi di Epicuro solidi, infrangibili, e d'infinita durezza forniti; tale la materia sottil del Cartesio, sì fattamente sminuzzata, che prontissima s'insinua in qualsivoglia me-

nomissimo spazio. Appresso nella primitiva idea delle sostanze corporee non entrano quelle proprietà secondarie, che alla materia convengono, in quanto dalla forza è animata; conciossiachè, se l'estensione inerte può sussistere in una perfetta quiete, e spogliata onninamente di forza; è manifesto, che le affezioni soltanto passive, e non le attive sono ad esso lei essenziali. A cagion d'esempio io non conosco corpo, che d'ogni vigore di molla sfornito sia totalmente: ma ciò non ostante io non conterò fra le primarie proprietà della materia la forza elastica.

Sopra gli attributi del primo genere o falsi, o almanco dubbiosi, e nè tampoco su quei del secondo, che quantunque veri, di men principali fanno comparsa, io non istabilirò le mie fisiche fondamentali perquisizioni. Ci corre un gran divario tra ciò, che si debbe assumere, e ciò che dee dedurre. Non consente il buon metodo, che si accettino per originali nozioni, se non se quelle, che sono chiare, seconde, e non contraddette. Il rimanente vuol dimostrarfi, e per questa strada le scienze matematiche all'ultimo grado dell'evidenza son pervenute. Io m'ingegnerò di batterla, per quanto il soggetto me lo permetterà, nulla però promettendo della buona riuscita. Procederò dunque passo passo, e farò primieramente parola delle proprietà nascenti dall'estensione, indi di quelle, che dall'impenetrabilità immediatamente dipendono. Quinci mi si aprirà l'adito di ragionare delle secondarie, cioè del moto, delle forze vive, e morte, e delle resistenze. Per ultimo parlerò delle affezioni de' corpi in particolare, almeno delle più note, e comunali, che dal combinamento delle generali risultano.

CAPITOLO SECONDO

Della divisibilità della materia.

I.

MEsse da parte le altre proprietà de' corpi, alla sola, e nuda estensione presentemente mi attengo, la qual in se stessa le sue parti comprende o separate, o separabili, e conseguentemente tra loro disgiunte, ed una accosto all'altra, e fuori dell'altra. In questo secondo, e nel terzo la farò da geometra, e nel quarto, e ne seguenti vestirò la persona di fisico. Non si cerca già, se la materia corporea ammetta divisione, essendo la cosa troppo manifesta, ma bensì a qual termine arrivi la sua divisibilità. Un corpo non è mai tanto grande, che ad esso nuova materia aggiungere non si possa, nè tanto minimo, che possa dirsi pervenuto all'ultima divisione.

Stimò Zenone, che l'analisi andasse a finire nell'individuo, onde di punti non effesi l'estensione si componesse. Conobbe Aristotele, che la partigione progrediva all'infinito, ma secondo lui solamente in potenza, alla qual espressione si può adattare un ottimo senso. Alcuni abborriscono tutto ciò

ciò, che risente dell'infinito, spacciando per contraddittorie le grandezze, che per un verso poggiano all'infinito, e per l'altro discendono all'infinitesimo. Il Nievvenzit riceve le quantità infinitamente menome del primo ordine, e computa tra i meri nulla le altre tutte di grado più rimoro.

Oggi di si sono dileguati gli scrupoli, e le predette magnitudini oltre ogni limite crescenti, o decreascenti, le quali ai diversi innumerabili ordini degli infiniti, e degli infinitesimi appartengono, si maneggiano con franchezza, e si riducono a calcolo a pari delle finite. Vengono in conseguenza ad uso nello scioglimento de' più ardui problemi della Geometria, e della Fisica: sebbene l'incomparabile Leibnizio, cui si debbe certamente la lode, d'averne prima d'ogni altro pubblicato l'algoritmo, ed insegnato il modo di speditamente adoperarlo (disputandosi tutta via dell'invenzione) non si arrischiava, giusta la graziosa espressione del Signor Fontanelle, di prender alloggio nella casa, ch'egli s'avea fabbricata.

II.

X Tolta a considerare la trina dimensione nella sua semplice idea, e per nostro modo d'intendere, prima che venga ridotta a sistema, e quale cade sotto la ispezione del geometra, il partimento inelauribile della materia è certissimo. Fra le molte dimostrazioni, che addurre porrei, piacemi sopra tutte quella, che leggesi nelle Istituzioni analitiche della Contessa Donna Maria Carolina Agnesi. C'insegna Euclide nel libro decimo, che si danno le quantità incommensurabili, cioè tali, che non si ponno esattamente misurare da una comune assegnabile grandezza, per quanto picciola ella si assuma. Quindi è facile a provarsi, che due linee, per esempio il lato, ed il diametro d'un quadrato, non sono fatte assimetre da una lineetta data e finita: altrimenti accaderebbe, ch'essendo di lor natura incommensurabili, per via d'una supposizione contraddittoria fossero amendue misurate da una determinata linea del genere delle finite. Per la qual cosa l'assimetria dimostrativamente proviene dalle quantità minori di qualunque data, o sia infinitesime. Proseguendo il discorso, i quadrati delle assegnate due rette si rispondono in proporzione razionale, come $1:2$: e perchè sono irrazionali le basi, e come $1:\sqrt{2}$; si deduce, che le ase sono ridotte commensurabili da un quadrato infinitamente minimo, il quale appartiene alle flussioni del secondo ordine. Parimente i cubi, che tornano ad essere assimetri in ragione di $1:2\sqrt{2}$, tali si rendono da un cubo di base inassegnabile, viene a dire da una terza differenza, e così di mano in mano, scorrendo per tutte le potestà pari ed impari. Istituire poscia le debite analogie, prendendo una terza proporzionale alla prima infinitesima di qualsivoglia grado, ed alla seconda finita, ci si presentano gl'infiniti di varie innumerabili classi, uno dell'altro infinitamente maggiore. In tal guisa si discende all'infinito, e si monta al sommo nella divisione, e nell'accrescimento della materia: senza che mai all'uno, e all'altro estremo prevenir si possa. X

Prima d'inoltrarmi deggio esaminare una strana immaginazione del Signor Fontanelle celebre segretario della Reale Accademia delle scienze di Parigi. Oltre le grandezze finite, e d'ogni grado infinitesime, ed infinite, egli ne ha introdotta una quarta specie, cui dà nome di finite indeterminate. Al vocabolo di nuova stampa nessuna idea corrisponde, e l'origine dell'inganno in ciò consiste, che mal si suppone, essere il finito immediatamente vicino da un lato al primo ordine degli infinitesimi, e dall'altro al primo degl'infiniti; di modo che per far transito dal mezzo ad ambo gli estremi, non s'abbia a muovere salvo, che un passo. Troppo più lunghissimo viaggio di quello, che il citato Scrittore si pensa, haasi ad intraprendere in seguendo le vestigia d'una grandezza finita, la quale continuamente crescendo, va a terminare nell'infinito, ovvero successivamente estenuandosi perviene all'infinitesimo. Dall'uno agli altri generi di tali magnitudini eterogenee non si passa, se non se per una progressione di termini innumerevoli parte finiti, e parte infinitamente grandi, o piccioli d'infiniti ordini. E siccome non può assegnarsi l'ultimo numero fra i finiti, o l'ultima frazione della medesima specie; atteso che coll'addizione per un verso dell'unità, e per l'opposto della frazione immediata prossima si farebbe il gran salto dal finito all'infinito, o all'infinitesimo; così è un massimo inconveniente il presumere di restringere fra suoi limiti le due prime classi della quantità, una minore, e l'altra maggiore di qualunque data.

Piglio sotto gli occhi un esempio addotto dall'Autore Francese. Sia la serie d'unità, che mai non finisce: la sua sommatoria è una progressione di numeri naturali, che dopo aver valicati i confini del finito, nell'infinito si perde. Io non so tener dietro all'andamento di questa serie, la quale da mente umana non può essere se non se confusamente capita. Fingo però d'aver fatto il volo, seguendo i principj del Signor Fontanelle, al primo genere degl'infiniti, uno de' quali espongo per la specie ∞ . Ora egli così la discorre. Mettasi tra l'unità ed ∞ una media proporzionale $= \sqrt{\infty} =$

$\infty^{\frac{1}{2}}$: e se questa quantità, che del primo infinito ∞ è infinitamente minore, atteso l'analogismo $1 : \infty^{\frac{1}{2}} : \infty^{\frac{1}{2}} : \infty$, fosse anch'ella infinita; interverrebbe, che ∞ , non appartenesse alla prima classe degli infiniti, ma ad un'altra di lunga mano superiore: con che si distrugge l'ipotesi. Per la

qual cosa la grandezza $\infty^{\frac{1}{2}}$ sta dentro i confini del finito: e perchè non è assegnabile, e di natura diversa dai numeri determinati; vuol esser collocata tra que' finiti, cui piacque all'Autore di appellare indeterminati.

Ma se la supposizione, che alle quantità finite succedano prossimamente le prime infinite, e le prime infinitesime, contiene in se stessa l'assurdo; non

è maraviglia, che siano del pari ripugnanti le conseguenze. Non si comprende, qualmente in una proporzione di tre termini i due primi sieno finiti, ed

il terzo infinito. Oltre che dimando, se la grandezza $\infty^{\frac{1}{2}}$ relativamente all'unità assunta è maggiore di qualunque data? Mentre mi venga risposto che sì, io la ripongo senza esitazione nell'ordine delle infinite; mercè che fra l'una, e l'altra espressione i Geometri non ci metton divario. Se poi mi si dice di no, egli è un paradosso, che una linea, o un numero, che di qualsivoglia dato non è più grande, alzato alla seconda dignità, poggia all'infinito.

Potrei venire più alle strette, e mostrare, che il Signor Fontanelle nelle sue asserzioni patentemente si contraddice. Egli dietro la scorta de' matematici, e dalle loro dimostrazioni convinto, ammette, che sia realmente infinita la somma d'una serie armonica di frazioni infinitamente continuata, e reciproca alla progressione aritmetica de' numeri naturali. Ora è facile a

provarsi, che la quantità $\infty^{\frac{1}{2}}$, con tutte le altre, ch'anno per esponente una

frazione finita minore della unità, per esempio $\infty^{\frac{1}{3}}$, $\infty^{\frac{2}{3}}$ &c. sono alla medesima serie armonica in proporzione maggiore d'ogni assegnabile; dunque confessando il nostro Autore, che la menzionata progressione composta d'infiniti termini è infinita, fidanno degl'infiniti del suo primo infinito ∞ infinitamente minori, i quali non sono già finiti indeterminati: lo che doveasi dimostrare.

IV.

Io mi sono più del bisogno perduto dietro le visioni del citato Analisi sta, fondate sull'abuso d'un vocabolo. Abbiasi per istabilito, che qualora l'intelletto considera una grandezza crescente, o calante, senza mai metterci limite, entra egli nelle regioni degl'infiniti. E quando stima d'essersi giunto, se non si volta indietro, non si accorge d'avere con un salto trascorsi oceanî innumerabili, che non an lido. Fermiamci su quella classe degl'infinitesimi, che comunemente prima si appella, e suole segnarsi per la spezie dx , alla quale corrisponde il suo particolare infinito, facendo $dx:1::1::\infty$. Egli è certo, che moltiplicando, o dividendo tanto l'infinito

per dx , quanto l'infinito ∞ per qualsivis numero finito n , intero, o rotto, o irrazionale, o trascendente, non usciranno dai confini delle predette quantità nè per un verso, nè per l'altro: ma tutte saranno abbracciate da un genere di sua natura determinato, e tante nè più, nè meno, quante sono le grandezze finite.

Quinci si rende ragione, per cui tal una delle differenze dx , e taluno degl'infiniti ∞ possano assumersi siccome costanti, e facciano bene spesso

figura di unità; avvegnachè, conforme l'unità sta di mezzo nella serie delle grandezze finite d'esso lei maggiori, e minori, e moltiplicando, o partendo qualsivoglia numero intero, o rotto non apporta alterazione di sorta; così mantiene il suo privilegio, mentre si solleva a far comparir fra gl'infiniti, e gl'infinitesimi.

V.

Ma se il numero n trascende le quantità finite o aumentandosi, o diminuendosi, il prodotto ndx entra in paesi incogniti, nè si fa a qual posto precisamente monti, o discenda; imperciocchè, giusto il valore di n , può essere finito, ed infinitamente picciolo, o grande d'infiniti generi. Sia $n =$

$\infty^{\frac{1}{2}}$, ed abbiassi $\infty^{\frac{1}{2}} \cdot dx = dz$, ed alzati ambo i membri della equazione al quadrato $\infty dx^2 = dz^2$: ma per la premessa supposta analogia

$\infty dx = 1$; dunque $dx = dz^2$, o sia $dx^{\frac{1}{2}} = dz = \infty^{\frac{1}{2}} dx$, e conseguen-

temente $1 = \infty^{\frac{1}{2}} \cdot dx^{\frac{1}{2}} = \infty dx$. Passando poscia all'analogismo, $\infty :$

$\infty^{\frac{1}{2}} : dx^{\frac{1}{2}} : dx$: ma il primo termine è del secondo infinitamente maggiore; dunque anco il terzo del quarto. Si danno per tanto delle flussioni, che quantunque minime, ed inassegnabili per rapporto alle quantità finite, appartengono però ad un ordine d'infinitesimi infinitamente più grandi di quelli, che per dx si espongono, e mal siccome primi si adottano: la qual

osservazione si applichi agli infiniti di grado diverso $\infty^{\frac{1}{4}}$, $\infty^{\frac{1}{3}}$ &c., che sono fra loro incomparabili, ed amendue restano dall'infinito ∞ infinitamente superati.

Appreso piglio anzi gli occhi la proporzione $\infty : 1 :: dx : \frac{dx}{\infty}$, ed in

tal guisa pervengo a quegli infinitesimi, cui si dà nome di secondi, e potrei progredire ai terzi, ai quarti, e così all'infinito. In questo mentre s'io divido

la prima flussione dx per la potenza imperfetta $\infty^{\frac{1}{2}}$, colla condizione, che n sia un numero intero; non ci vuol molto a dimostrare, che le quantità tutte innumerabili esposte generalmente per $\frac{dx}{\infty^{\frac{1}{2}}}$ sono infinitamente più picciole

di dx , e di dx infinitamente più grandi. Per la qual cosa fra gli elementi chiamati primi, e secondi si danno senza fine delle grandezze inassegnabili intermedie, che ad altri ordini d'infinitesimi appartengono, e sono come

me

me altrettanti impercettibili gradi, per cui dal primo al secondo ordine si discende, o per l'opposto si ascende. Ma di ciò abbastanza; atteso che spianata una volta la strada, coloro, che del calcolo differenziale, e formatorio anno buona pratica, vedono chiaramente, dove vada a riuscir la faccenda.

VI.

Quello che più importa sì è, che si fa d'uopo star in guardia, e non lasciarsi sedurre dalla mala intelligenza delle parole. I menzionati generi d'infiniti, ed infinitesimi, tenuti fermi i nomi, quantunque impropri, per cui siamo soliti a contrassegnarli, mentre colla debita circospezione si adoprano, in nessun modo turbano i computi analitici, nè le conclusioni indi dedotte. Nulla rileva, che fatto il viaggio, o piuttosto il salto, ed il volo dalle grandezze finite alle infinitamente menome del primo grado, e da queste a quelle del secondo, e così di mano in mano, da noi si sappia in qual provincia, per così esprimermi, ci ritroviamo. La curiosità è vana, e dannosa, ed il venir a capo dell'inchiesta è assolutamente impossibile. Per la qual cosa dobbiam fondare le nostre idee, ed i nostri divisamenti sopra una base stabile, che qualunque volta si concepisce una quantità infinita, variabile ricrescere rispetto ad un'altra per un elemento minore di qualsivoglia dato, ed inassegnabile, sia pur esso di che natura esser si possa, ed a qualsiasi ordine d'infinitesimi appartenga; sempre mai ci si pazano innanzi differenze del primo grado, e siccome tali vogliono essere maneggiate. Il principio è comune; e similmente se due prime flussioni, non si rispondono in qualunque data proporzione, ma si accostano talmente all'egualità, che differiscono per una quantità ad entrambe incomparabile, questa, senza pensare più oltre si dica differenza seconda, e si applichino ad essa le regole a tal grado di magnitudini dagli Analisti assegnate. Stendendo poi la riflessione medesima ad altre di genere più remoto, ci verrà fatto di formarcene un chiaro, e non ambiguo concepimento. Non si badi punto a qual gradino siam giunti nella scala degl'infinitesimi; imperocchè le loro inesauribili progressioni con passi numerati non si misurano, ed il fingerseli siccome primi, secondi, e terzi, per modo che un ordine d'essi col più vicino immediatamente confini, mentre non si usino i numeri colle precauzioni testè stabilite, è una illusione della fantasia avvezza ad accomunare all'inassegnabile le proprietà del finito.

VII.

Per dar maggior risalto alla verità, giova il considerare le grandezze finite indeterminate siccome fluenti. Sia la curva regolare ACE (Figura 1.) colle due ordinate BC, DE distanti per la data BD, onde la lor differenza FE sia parimente finita. Cammini la BC parallela a se stessa, e sempre più si accosti alla DE, aumentandosi passo passo, conforme richiede l'indole della curva. A tutti è palese, che quando l'applicata BC alla DE esattamente
 si

si sovrappone, si ravviva fra esse una perfectissima egualità. Ma qualora; giunta BC nel sito GH, sono nell'atto prossimo di congiungerli, e non si possono dire nè ben distinte, nè bene accoppiate; in tal caso l'uguaglianza si cangia in adeguazione, atteso che l'ordinata DE supera la GH per il divario IE, che dell'una, e dell'altra è incomparabilmente più picciolo.

Chiamando giusto il solito l'assissa AG X , e l'applicata GH y , sarà

GD, ovvero $HI = dX$, $IE = dy$, ed $HE = dx = \sqrt{dX^2 + dy^2}$; laonde il triangolo evanescente HIE si compone bensì di lati infinitesimi, ma i suoi tre angoli sono per lo più finiti, ed assegnabili, ed in conseguenza i lati stessi si riguardano con una data ragione. In questo mentre non ripugna, che la retta GH colla regola prescritta seguiti il suo viaggio, e si adatti alla posizione KL, per guisa che KD sia minima rispetto GD, ed ME rispetto IE. Ed in vero non essendo per anco le due ordinate GH, DE insieme unite e, per così dire, incorporate, la divisibilità indefinita dell'estensione, che non ha limite, e discende per tutta la scala delle grandezze infinitesime, permette, ch'esse sempre più da vicino si appressino. Non per tanto le due lineette LM, ME, si assumono in figura di primi elementi, e vanno contraffegnate colle medesime spezie dx , dy ; concio siachè i varj ordini delle quantità infinitamente picciole non recano sconcerto di sorta alle operazioni analitiche, ed alle geometriche dimostrazioni.

E' sempre vero, tirata la tangente: EN, che i tre triangoli EML, EIH, EDN sono adeguatamente simili, e che stanno salde le analogie LM:ME::HI:IE::ND:DE. Per la qual cosa nelle flussioni, che non si fanno collocare in una particolare classe d'infinitesimi, nè determinata, nè determinabile (consistendo la lor natura nel fluire, e nel continuamente decrescere tra i confini del finito, e del nulla) non si considera la grandezza, ma semplicemente la lor mutua relazione; bastando, che le prime differenze sieno incomparabili colle quantità date, e le seconde colle prime, non dovendosi tener conto a qual grado d'infinitamente minimi successivamente pervengano.

E di fatto frequentemente interviene, che nella medesima curva i primi elementi, dai quali se ne determina l'andamento sieno fra loro in proporzione o maggiore, o minore di qualunque data. Abbiasi (Figura 2.) il quadrant. di cerchio AED, il cui raggio AD si divida in menome innumerabili particelle uguali: due se ne segnino all'estremità, cioè A e, KD, e la terza BQ verso il mezzo. La posizione delle tre toccanti, una al punto S, che va a congiungerli coll'asse DA prolungato, l'altra che ad esso è perpendicolare nel punto A, e la terza, che passa per E, parallela all'asse medesimo, fa sì, che gli elementi CR, RS siano in ragione data, che Ae sia infinitamente minore di oP, ed all'incontro LM infinitamente maggiore di ME. Non ostante ciò, tanto gl'incrementi delle assisse, quanto quelli delle ordinate ritengono le loro denominazioni dx , dy , e nella classe delle prime differenze legittimamente ripongono. La formola generale delle furtanti $y dx = s$ verrà ugualmente ad uso e ne casi intermezzi, e negli estre-

dy

mi.

mi. Ridotta all'analogia $dy : dx :: y : s$, se $dy = ME$ è infinitamente picciola per rapporto a $dx = LM$, anco l'ordinata $LK = y =$ al raggio ED farà tale rispetto alla sottotoccante infinita. All'incontro, se la $PO = dy$ supera infinitamente l'assissa $AO = dx$, del pari la stessa PO alla sotttangente $= s$ avrà una proporzione maggiore di qualunque data, e la linea retta normale all'asse, che passa per il punto A , toccherà la curva nel detto punto.

Mi si chiederà, qualmente l'applicata PO possa esprimersi per l'assissa AO , cioè per dx . Piglio per mano l'equazione locale del circolo: $2x - x^2 = y^2$ esponendo il raggio AD per l'unità. Essendosi stabilita $AO = dx$, regolo la formola su questa ipotesi, ed ho $2dx - dx^2 = y^2$. E perchè nel primo membro il secondo termine dx^2 svanisce, siccome incomparabile al primo resta l'espressione $2dx = y^2$, o sia $\sqrt{2dx} = y$. Per la qual cosa il valore dell'ordinata OP appartiene ad un genere d'infinitesimi infinitamente maggiori di quelle quantità minime dx , che prime si appellano. Ma di tali ordini di grandezze ho superiormente tenuto discorso, ed ora ne adduco un geometrico esempio.

VIII.

Non vogliono essere messe in dimenticanza le differenze seconde, pigliandosi da queste la norma generale di maneggiare le terze, e le quarte, e le altre tutte più lontane all'infinito. Nell'asse AD della curva ACE (Figura 3.) si assumano due elementi BG, GD vicini ed eguali, e condotte le tre ordinate infinitamente prossime BC, GH, DE , l'ultima delle quali protratta si unisca nel punto L colla secante CHL . Essendo simili, ed eguali i triangoli CFH, HIL , faranno uguali i lati FH, IL , e la intercetta EL , farà la differenza fra le due prime flussioni FH, IE , la quale poggierà al secondo grado, siccome d'ambo esse prime infinitamente più picciola: lo che si dimostra per via de'raggi combacianti. Esponendola dunque per la spezie $\mp ddy$, secondo che la curva volta all'asse AD il concavo, ovvero il convesso, si noti essere in primo luogo affatto indifferente, che si prenda in qualità di costante, o la $BG = dx$, o la $FH = dy$, o l'arco $CH = dz$, o qualunque altra flussione più composta del primo grado, o finalmente, che s'istituiscano i computi, senza valerli delle costanti. Tutte le predette posizioni tornano allo stesso, e ben adoperate, giusto le regole dagli Analisti prescritte, ci danno le conclusioni medesime.

Secondariamente la proporzione, o l'egualità, che passa fra due elementi della medesima classe, non resta in conto alcuno alterata, mentre all'uno, o all'altro di essi si aggiunga, o si levi una qualche grandezza spettante ad un genere più lontano. Nella curva AHE si segnano i due punti infinitamente prossimi H, E , dai quali si tirino le due toccanti HT, EN , che saranno fra loro, se non se uguali almeno adeguate, tutto che differiscano per le due flussioni $HE + UN$. Col surrogare a tempo e luogo in vece dell'uguaglianza l'adequazione si rende oltre modo agevole. e compendioioso il calcolo differenziale, e sommatorio.

In terzo luogo guardiamci sopra tutto dal confondere insieme la posizione di quelle linee, che determinano la proporzione, o la grandezza degli elementi di qualunque ordine esser si vogliano, i quali nelle nostre ricerche vengono ad uso. Dappoichè si è ridotto a perfezione il computo, nel trattare le prime differenze si è proceduto con franchezza. Ma in ciò, che concerne il maneggio assai più difficile delle seconde, il Signor Dottor Giuseppe Spazi primario Professor di Fisica nella Università di Padova, e mio stimatissimo Amico in alcune sue lettere a me indiritte ci ha fatti accorti, che parecchi valentuomini dalla malagevolezza della materia, non si fa come, si sono lasciati ingannare.

Si credettero eglino, che prorogato l'arco inassegnabile CH assunto in figura di linea retta, o per parlare più esattamente la corda CH verso L, venisse questa a confonderli colla retta toccante la curva nel punto H. Sin a tanto che ci tratteniamo nelle prime differenze la cosa va bene, e lo sbaglio è incomputabile, perchè l'adequazione salda le partìe. Quando poi i problemi richiedono, che ai secondi elementi facciam passaggio, l'errore si manifesta, e bisogna accuratamente distinguere la posizione della secante CHL da quella della vera tangente HM; conciossiachè tanto è lontano, che le due rette HL, HM coincidano, quanto che questa divide per mezzo l'angolo LHE, e taglia fuori l'intercetta ME, che non è già la seconda differenza di dy , ma solamente la sua metà, ed in conseguenza $= \frac{1}{2} \frac{dy}{y}$

Ora descrivendosi da un mobile la curva AHE in virtù di due differenti impressioni una, che lo spigne per la toccante HM, e non mai per la secante HL, e l'altra che lo accosta alla curva per lo spazio menomissimo ME; non si può a questo sostituire l'altro LE senza incontrar nell'assurdo, che si prendano per una sola due quantità dello stesso genere, che sono fra loro in proporzione doppia. Per la qual cosa consiglieri il Geometra, che entra nella regione de' secondi differenziali a considerare le curve composte di minimi archi circolari, piuttosto che come poligoni di lati infiniti, ed a far uso de' raggi osculanti.

Non è mia intenzione di fermarmi di proposito su i Canoni, che danno norma al calcolo delle grandezze infinitamente picciole di tutti i gradi, avendo a sufficienza fatto parola delle varie innumerabili divisioni, di cui la materia è capace, ed indicatene con brevità le regole, qualmente deggiano insieme paragonarsi. Soggiungo intorno gl'infiniti, che se si rispondono in ragion data, appartengono allo stesso genere, e soggiacciono alle leggi delle quantità finite. Che se la differenza consiste in una grandezza finita, si pigliano siccome eguali, o adeguati. E questi tal fiata non sono da trascurarsi, perchè una qualche recondita, e stupenda verità ci palesano. Per esempio il divario fra due conosciute serie armoniche all'infinito in frazioni continue, ed ambo di sua natura infinite, si dimostra eguale all'arca d'un dato circolo, o d'una iperbola. Se poi una magnitudine infinita è dell'altra incomparabilmente più grande, non si fa transito dalla minore alla maggiore, senza passare per ordini d'infiniti innumerabili, che ci stanno di mezzo.

IX.

Mi si permetta di svagare alquanto coll'aggiungere un corollario: ed è, che la divisibilità illimitata della materia, che scorre per tutti i gradi delle quantità minime, si oppone direttamente alle monadi Leibniziane. L'estensione corporea, di cui è formato un cubo palmare, è sostenuta dagli elementi, che si dicono di Natura, non estesi, ed indivisibili, ma fra loro distinti, e numerabili; atteso che di molte monadi una monade non si compone. Dimando quanti individui si adoperino a produrre il suddetto palmò cubico, giacchè la materia, di cui consta, non è sostanza, ma un fenomeno sostanzioso a detta di Cristiano VVolfo? Poco importa, che se ne assegni una moltitudine finita, o piuttosto infinita di qualsivoglia ordine; imperocchè essendo nel suo genere determinata, non può rierscere, nè minorarsi. Ma non ripugna, che la menzionata materia si divida, e si separi in un numero di particelle o finite, o infinitamente minime assai maggiore di quelle, che alle predette entità indivisibili è stato accordato; dunque egli è necessario, che queste unità ammettano una nuova partigione, e si moltiplichino a misura del bisogno; o che a certi minutissimi corpicciuoli tocchi in forza la metà, od una qualunque porzione di monade; ovvero che ci restino moltissimi atomi materiali dalle lor monadi non sostenuti: ed in tal guisa, quantunque non forniti della immaginata semplicità, passino ad essere vere sostanze, o pure si dileguino in nulla.

Non so a quale partito sieno gli avversarj per appigliarsi. Diranno per avventura, che gli elementi Leibniziani sotto qualunque magnitudine, eziandio menomissima di materia, sono trascendentemente infiniti, e tanti, che per quanto il corpo si partisce, di gran lunga sovrabbondano. A questa specie d'infinito assoluto niente si può aggiungere; perchè tale più non farebbe; è per conseguenza da qual maniera si caverebbero le altre monadi, che attualmente ad altri pezzi di materia si sottopongono? Nel seguente capitolo io dimostrerò essere onninamente impossibile, che le cose capaci del più e del meno, ed in particolare il numero, poggino ad un infinito assoluto, e trascendente. Le premesse illazioni, per qualsivoglia verso si guardino, superano talmente i miei concepimenti, che io non saperei come dar il nome alla scuola del Leibnizio.

CAPITOLO TERZO

*Che non perviene sino al punto la divisibilità
della materia.*

I.

Galileo Galilei del metodo degl' indivisibili primo ritrovatore, dai quali, siccome da semi; le nuove scoperte in Geometria pullularono, in adattando la sua compendiosa maniera ad alcune proposizioni per altra più malagevole strada già dimostrate da Archimede; in uno strano, e curioso paradosso diede di petto, che brevemente ad esporre mi accingo.

Sia (Figura 4.) il semicircolo ABC col rettangolo circoscritto AF, e tirate dal centro D le rette DE, DF, abbiati il triangolo EDF. Girate tutte e tre le predette superficie intorno l'asse BD, nasceranno tre solidi, cioè il cilindro AF, l'emisfero ABC, ed il cono EDF. Quinci condotta ad arbitrio l'ordinata GIKH parallela al diametro AC, e congiunti i due punti D, I col raggio DI, si rifletta, che il quadrato DI, ovvero HG è uguale ai due quadrati IH, HD, o pure HK, attesa l'uguaglianza delle due rette DH, HK; dunque il cerchio descritto col semidiametro HG, sezione del cilindro, è uguale alle due sezioni della semisfera, e del cono, cioè ai due cerchi generati dalla rivoluzione delle due linee HI, HK. E perchè in qualunque sito dell'asse DB si prenda il punto, con un pari giro di discorso la medesima verità si dimostra; ne segue, che l'aggregato degli infiniti cerchi componenti il cilindro AF si trova eguale alle due somme di tutti i cerchi, una delle quali costituisce l'emisferio ABC, e l'altra il cono EDF. Di conseguenza per il metodo degl' indivisibili il cilindro è uguale all'emisferio, ed al cono presi insieme: ma il cilindro è triplo del cono; dunque sta alla semisfera in ragione sesquialtera.

Raccoglasi per via di corollario, che levato da ambo i membri dell'egualità l'emisferio ABC, restano da una parte il cono EDF, e dall'altra la scodella nata dal rotamento del trilineo EAIB circa l'asse DB, i quali solidi sono fra loro eguali. Appresso si verifica, che la fascia circolare descritta dal rivolgimento dell'intercetta IG s'eguaglia al cerchio del cono, il di cui raggio è HK. Ma quanto più si accostano alle base ADC, tanto le zone si fanno più strette, ed i cerchi del cono più piccioli; attalchè l'ultima di quelle va finalmente a terminare nella circonferenza, ch'ha DA per semidiametro, e l'ultimo di questi nell'apice del cono, o sia nel punto D; dunque il centro D è uguale alla menzionata periferia: lo che ec. Sopraffatto dalla stravagante conclusione il Sagredo, uno degl'interlocutori de'Dialoghi Galileiani, ebbe a dire, non doverli con inurbane opposizioni guastare una sì bella struttura.

II.

II.

Messa sotto un altro aspetto la cosa, gl'inconvenienti si aumentano. Intorno il centro A (Fig. 5.) descrivasi il circolo BCDE, che col secondo cerchio minore FGHQ si divida per metà; onde questo sia eguale alla corona compresa dalle due circonferenze BCDE, FGHQ. Proseguiscasi la partizione, facendo, che il circolo interiore IKLP sia la metà dell'altro FGHQ, ed eguale alla zona esterna abbracciata dalle due periferie BCDE, MNOR, e si continui colla stessa regola all'infinito la suddivisione. E conciossiachè sottraendosi sempre quantità eguali da eguali, quelle che rimangono sono altresì eguali, ne nasce, che estenuata successivamente la fascia esteriore, per ultimo si confonderà colla circonferenza BCDE, ed impicciolite sempre più i circoli interni, si ridurranno finalmente al centro A; dunque si darà egualità fra il punto A, e la periferia BCDE.

Perchè poi posso suddividere i circoli interiori per una parte, e qualsivoglia delle zone intermezze per l'altra, ovvero due zone prossime, o disgiunte a mia elezione; conchiuderò, che il punto A sia uguale a qualunque delle circonferenze, che nel vano del maggior cerchio, che non ripugna di ricrescere all'infinito, delineare si possono, e che queste tutte sieno parimente fra loro eguali, non ostante, che si rispondano in qualsiasi proporzione assegnabile, e non assegnabile.

III.

Gli addotti assurdi ci fanno toccar con mano esserci un qualche vizio nel metodo degli indivisibili, o vogliam dire degli eterogenei, conforme da alcuni Autori è stato denominato. Secondo me, il mancamento sta tutto nella supposizione, per cui si passa con troppa franchezza da genere a genere di quantità. Malamente si assume, che i punti sieno gli elementi delle linee, le linee delle superficie, e le superficie dei solidi; imperocchè per quanto un corpo si parte, e torna a partirsi, della sua natura mai non si spoglia, e la trina dimensione conserva. Può ben concepirsi sminuzzato in atomi infinitamente menomi di qualunque ordine, ma tutta via corporei, e divisibili. Se il partimento va a finire nel punto, e nell'individuo, che è un infinitesimo assoluto privo di parti, e d'ulterior divisione incapace, ci si parano innanzi le ripugnanze, e le contraddizioni, delle quali ho testè ragionato. La considerazione si applica del pari alle superficie, ed alle linee, le quali benchè sieno piuttosto quantità ideali, che vere, non vogliono però essere divise, salvo che in superficie, ed in linee.

Adoprata la opportuna correzione, svaniscono i paradossi Galileiani; attesochè surrogate nel progresso della dimostrazione dell'Autore, in cambio delle grandezze superficiali, cioè in vece dei circoli del cono, e delle zone della scodella, i cilindri, ed i tubi cilindrici d'inassegnabile altezza (giacchè fra solidi, e non fra piani il paragone s'istituisce) si caveranno le medesime conseguenze immuni da qualunque sospetto d'errore: eccettuata
però

però quella, che facendo il punto eguale ad una data circonferenza, porta con seco l'assurdo. Finattantochè le fa'cie tterne, ed i cerchi prossimi al centro saranno quantità di due dimensioni, quantunque menomissime, starà salda la loro eguaglianza dipendente dalla premessa costruzione, nè si opporrà ai principj geometrici. E vaglia il vero gl' inassegnabili accrescimenti, o diminuzioni d' una grandezza variabile seguiano la Natura del tutto, e perciò la linea si aumenta per via di linee infinite, viene a dire x per dx , le superficie per gli elementi piani ydx , ed i corpi per le differenze solide ydx . Per la qual cosa il metodo Leibniziano, che contro questa legge inviolabile non pecca mai, va esente dai paradossi, e dai paralogismi, ed è stato meritamente preferito a quello degli indivisibili.

IV.

Mi verrà opposto, che il Cavalieri, il Torricelli, e parecchi altri Valentuomini per tale strada anno scoperte verità importanti, ignote all' antichità, e dilatati, oltre ogni credere i confini della Geometria. Pare impossibile, che da un metodo fallace, e mancante sianonate moltissime legittime conclusioni. All' obbiezione mi faccio incontro, e dico, che i citati Scrittori anno conosciuti i difetti del metodo inculcando sopra tutto, che non si peccò contro la diversità del transito, la quale consiste nel non istare ben intesi alla varia posizione degli elementi.

Convegno, che si può far buon uso di tal maniera di procedere; ogni qual volta però fra gl' indivisibili, e le quantità differenziali, si mantiene la medesima proporzione. Nello schema del Galileo si dimostra, che le sezioni circolari del cilindro sono eguali alle analoghe dell' emisferio, e del cono, e tali sono eziandio i cilindretti elementari, che i detti solidi compongono, ed esauriscono; dunque come cerchi a cerchi; così cilindri a cilindri sotto pari minime altezze. Quindi non è maraviglia, che servendoci noi o de' piani indivisibili, o de' picciolissimi corpicciuoli, per provare l'assunto; se ne deduca la stessa stessissima conclusione, vale a dire, che il cilindro sia eguale all' emisferio coll' aggiunta del cono.

Appresso soggiungo, che il metodo del Cavalieri è mal atto a misurare le linee curve per via di punti, o le superficie, e i corpi per mezzo degli indivisibili curvilinei. Chi non cammina con tutta la circospezione, e dell' avvertenza proposta si dimentica, cade facilmente in errore: ed io potrei chiamare al sindacato molti Autori per altro famosi, e delle scienze matematiche benemeriti; i quali in qualche incontro anno mostrato d' essere uomini. Mi fo lecito di addurre il seguente esempio.

V.

Descritto il quadrante di cerchio ABC (Fig. 6.) pongasi la retta CD normale al raggio AC, ed uguale all' arco CB, indi tirata l'ipotenusa AD compiasi il triangolo rettangolo ACD. Alla maniera del Cavalieri io dimo-
mostro o



mostrò, che il triangolo suddetto è uguale al quadrante. Pigliò nell'asse AC il punto E a piacimento, e per il segnato punto E passò l'arco EH delineato col raggio AE , e la perpendicolare EF ordinata al triangolo: conciosiaschè le periferie simili sono come i semidiametri, avrassi $CB:EH::CA:EA$; ma $CA:EA::CD:EF$; dunque $CB:EH::CD:EF$. Il primo termine dell'analogia per la costruzione è uguale al terzo; dunque anche il secondo al quarto, cioè l'arco EH uguale all'applicata EF : Verificandosi ciò in qualunque sito del raggio AC si segni il punto E ; interverrà, che gli archi circolari EH, GI ec. ad uno ad uno faranno eguali alle corrispondenti ordinate EF, GK ; dunque tutti insieme a tutte insieme, e conseguentemente il quadrante CBA uguale al triangolo CDA ; lo che ec.

Muto ipotesi, e procedo per via di elementi curvilinei. Fatto il rettangolo cab = al quadrato CA (Fig. 6. e 7.) col semiasse minore ac , e maggiore ab s'intenda descritta la quarta parte cab d'un ellissi apolloniana, il vano della quale sia riempito d'infinite curve ellittiche simili, lm, cb, si ec. Scelti i due punti l, m , serbata la premessa condizione, fra gli assi al, am spettanti alla curva lm si pigli la media proporzionale AL , e dal centro A si descriva il quadrante LM . Ci vuol poco a dimostrare, che gli spazi circolari CBA, LMA , e gli ellittici cba, lma a coppia a coppia sono fra loro eguali; dunque tali saranno le due fasce $CBML, cbml$. Ora, se stando ferma l'egualità delle zone dipendente dalla costruzione, s'anderanno esse sempre più estenuando, in maniera che passino dalle due dimensioni ad una sola lineare, e possano degenerar finalmente nelle due curve, CB, cb , che sono gli elementi indivisibili delle aree, giusto i principj del metodo, di cui ragiono: s'avrebbe a conchiudere, che levando dall'una e dall'altra parte quantità sempre uguali, le rimanenti, cioè le curve CB, cb fossero fra loro eguali. Ma sono altresì eguali i due quadranti circolare CBA , ed ellittico cba ; dunque l'intero cerchio, e l'intera ellissi sono eguali d'aja, e circondati da perimetri eguali; dunque il cerchio fra tutte le figure di pari ambito non è la più capace: il quale assurdo sconvolge da capo a fondo la dottrina dell'isoperimetri. Oltre a che, se così fosse, la rettificazione dell'ellissi dipenderebbe da quella della periferia circolare, la qual conseguenza non verrà menata buona da coloro, ch'anno penetrato più addentro nella interior Geometria.

Mi si dimanderà per qual cagione regge il metodo degli indivisibili, qualora si tratta di misurare il cerchio per mezzo delle circonferenze assunte siccome elementi dell'aree, e manchi poscia, quando il modo medesimo all'ellissi, ed alle altre figure curvilinee si trasporta. Soddissaccio alla richiesta col riflettere, che presa la flussione $CL=EG$ le due corone circolari $CBML, EHIG$ sono proporzionali alle loro basi CB, EH . Per la qual cosa quantunque io non approvi, che si mettano in opera gli elementi eterogenei e non per tanto adempiuta la premessa condizione, le illusioni saranno legittime. Tutto all'opposto nella ellissi, posta $cl=eg$, le due zone minime $cbml, ehig$ non si rispondono in ragione delle curve cb, eh , che servono loro di base. In fatti s'io pongo la curva bc = alla normale

ed,

ed, e compio il triangolo *acd*, sarà vero, attesa la similitudine delle ellissi, che la curva *be* s'eguaglia alla corrispondente ordinata *ef*; ma sarà falso, che l'aja del triangolo *acd* sia eguale al quadrante ellittico *bca*. All' incontro messe uguali queste due superficie, gli elementi curvilinei *be*, *be* non saranno altrimenti eguali agli analoghi rettilinei *ed*, *ef*: condizioni, che amendue nel circolo si verificano. Non possiamo dunque, senza che s'infinit il paralogismo, far transito da genere a genere di quantità, e valerli delle linee ellittiche, in cambio delle superficie.

VI.

Non ho creduto bene di risparmiar le parole, raggirando la materia per ogni verso, mentre si trattava di collocare in tutto il suo lume una verità importantissima, e fondamentale, che l'ultima analisi della materia non va mai a finire nel punto. Le ripugnanze geometriche, le quali risultano, ci convincono ad evidenza essere tale divisione impossibile di quella rigorosa impossibilità, che si dice assoluta, e metafisica, che va accompagnata dalla contraddizione. Il corpo per qualunque partimento non lascia d'esser corpo, e siccome in superficie, in linee, ed in punti ultimamente non si risolve, così de' predetti individui primieramente non si compone. Sono essi mere astrazioni dell'intelletto umano, il quale per agevolarsi il concepimento delle affezioni corporee, separa le tre dimensioni lunghezza, larghezza, e profondità, mettendone in disparte una, o due, che bene spesso a suo proposito non vengono. Né si può fare altrimenti; conciossiachè, specialmente nelle linee immaginarie, che per misurar le distanze, condotte da luogo a luogo si fingono, a cagion d'esempio dalla Terra al Sole, nulla rileva il considerarle le grossezze. E quando si stampa, per così dire, un triangolo in aria, congiungendo con tre rette i centri della Terra, della Luna, e del Sole, che importa a noi mostrarci solleciti intorno la profondità di questa piana superficie?

Dirò di vantaggio, che sebbene gl'indivisibili, in qualunque modo si prendano, nè sono in natura, nè sono possibili; ciò non arreca pregiudizio di sorta alla certezza della Geometria. Questa scienza attribuisce alle figure una perfezione, che non anno, e non sono mai per avere; imperocchè se si desse una sfera, un cono, un cubo esattamente tali; farebbe d'uopo il portar avanti fino al punto la partigione della materia. Punti individui farebbono il centro della sfera, l'apice del cono, e le punte degli otto angoli solidi del cubo. Ma di ciò briga non si pigliano i Matematici, i quali sapendo, che l'estensione può partirsi in infiniti ordini d'infinitesimi, e tal fatta siccome segni, e termini delle grandezze, anno il privilegio di scerle le quantità di quei generi, che meglio vengono a festa. Una linea retta, o curva, ch'io m'immagino generata dal flusso del punto, e la diffinisco una lunghezza senza latitudine, e profondità, sarà, quanto basta, acconcia alle geometriche dimostrazioni, ogni qual volta le due dimensioni, dalle quali prescindendo, colla terza, cioè colla longitudine avranno una proporzione minore di qualsivisa data. Se la detta linea starà dentro i limiti del finito,

to, ogni grandezza infinitesima di qualunque grado può far l'ufficio di punto, segnandone il principio, ed il fine, e le intersecazioni con altre linee del medesimo genere. Qualora poi la nostra linea si concepe come variabile, e si piglian di mira le sue differenze prime, e seconde, o di ordine più rimoto; egli è manifesto; che la quantità, la quale faccia figura di punto, si abilita sovente a diventar una linea, composta anch' ella de' suoi punti divisibili, tali però, che messi a confronto cogli assunti da prima, sono incomparabilmente più piccioli.

VII.

Dai principi stabiliti trae l'origine la licenza, che tutto di si arrogano i Geometri di contemplare le linee curve, e conseguentemente le superficie, ed i solidi sotto varj aspetti. Una curva regolare frequentemente si trasforma in un poligono d'infiniti lati, o per via delle corde, che sottendono gli archi minimi, o per mezzo delle toccanti inassegnabili, che esternamente gli stringono. Tal fiata si finge essa curva composta d'innumerabili archi circolari, che la combaciano da varj centri, e con diversi raggi descritti. Non solo in ambo le ipotesi, che secondo le occorrenze vengono ad uso, ma in tutte le operazioni geometriche, ed analitiche, e specialmente nelle progressioni d'infiniti termini decrescenti, il matematico piglia sempre per iscopo il punto, e di conseguenza non mette mai sotto gli occhi della mente, se non se quelle quantità, e quelle figure, che suppono di aver ridotte all'ultimo stato di perfezione.

Ben è vero, come altrove ho provato, che nelle cose, le quali ammettono il più ed il meno, indarno si cerca l'ottimo, ed in ordine a ciò un cerchio a cagion d'esempio perfettissimo è un impossibile. Tuttavia se l'intelletto non comprende l'ottimo, con esaurirlo; s'ingegna niente di meno di afferrarlo, con accostarvisi. Per evitare i disordini di sopra esposti, nascenti dall'assurdo partimento della materia perfino al punto indivisibile, concedasi, che non si può concepire una periferia circolare esattamente delineata, e che per quanto si divida, e si suddivida la materia, non si torrano di mezzo tutte le irregolarità; non è però impossibile conseguirsi, che i difetti all'infinito si vadano minorando. E perchè la minutezza delle parti non ha termine, e giunti che siamo ad un grado qualunque d'infinitesimi, non ci è vietato il passar oltre; la cosa si riduce a tale, che le mancanze, e gli errori sempre più estenuandosi, arrivano finalmente a dileguarsi, e, per così esprimermi, ad equivocare col nulla.

VIII.

Lascio addietro le grandezze inassegnabili, e spiego le vele per correte maggior acqua. Ho dimostrato nell'antecedente capitolo, che nulla ripugnanza s'incontra, in distinguendo innumerabili generi d'infiniti reciproci agli ordini altresì innumerevoli degl' infinitesimi. E chi bramasse formar-

tiene una idea distinta, e geometrica, pigli per mano il Libro del P. Ab. Don Guido Grandi de *infinitis infinitorum* scritto contro il Signor Varignon, in cui si prova, che gli spazj assintotici delle iperboloide esposte dalla generale equazione $x^{m+1} = x^n y$ poggiano passo passo ad infiniti tali, che l'uno dell' altro è infinitamente maggiore. Ora nelle cose quante atte nate a ricrescere ed a scemare, conforme non si dà l'infinitesimo minimo; così neppure l'infinito massimo. Quello porrebbe fine al minimamento della materia; e questo all'aumentazione: laonde, se porta seco contraddizione una particella così picciola, da cui qualche cosa togliere non si possa; da pari assurdo va accompagnato quel tutto, cui nulla si possa aggiungere. In somma la quantità è di tal natura, che nè per un verso, nè per l'altro vuol essere fra limiti rinferata. Una estensione, un numero, un tempo, una velocità, e che so io, assolutamente, e metafisicamente infiniti sono altrettanti impossibili.

E vaglia il vero, una sì fatta proprietà liberalissimamente alla moltitudine de' suoi atomi attribuisce Epicuro. Ma gli Aritmetici fanno, che il numero delle combinazioni, per cui possono gli atomi raccozzarsi insieme è sterminatamente più grande di quello degli atomi stessi, e che la proporzione tanto più si allontana, quanto più si accresce la moltitudine delle cose, che in tutte le maniere possibili si accoppiano. Per la qual causa non accorderò mai, che la coppia degli atomi Epicurei monti ad un infinito supremo, mentre io ne assegno un altro d' esso lui infinitamente maggiore.

Coloro, i quali vorrebbero, che lo spazio nudo fosse pure una qualche cosa, sono necessariamente obbligati ad immaginarselo immenso, ed eterno, e d'una immensità, e d'una eternità tale, di cui nè la più vasta, nè la più lunga escogitare si possa. Agevolmente intendo, che la materia corporea fornita delle sue proprietà giunga sino ad un dato segno, oltre cui non si estenda: ma quando si tratta di prescrivere i confini del vacuo, la fantasia si perde, imperciocchè fuori d' essi se lo rappresenta infinitamente continuato. Lo stesso dicasi del tempo, che, ingolfandosi nella eternità, assorbe l'immaginazione. In tal guisa giusto il parere, o piuttosto il pregiudizio di questi filosofanti, l'infinito sommo, e metafisico si è l'attributo del nulla.

Senza il foccorso della Geometria non isperino i Fisici di formarli un giusto, e sufficiente concetto dell' infinito, almeno per quanto alla sfacchezza della mente umana è concesso. Prima di tutto si spoglino delle vecchie anticipazioni, e mettan da parte certe dispute, che ad altro non servono, fuorchè a fomentare le loro immortali altercazioni. Quindi si lascino persuadere, che tutti gl' infiniti non sono eguali, che mal si confondono i relativi con l'assoluto, e che siccome quelli inconvenienti alcuno in se non contengono; così questo si oppone alla natura della quantità, ed i suoi fondamentali attributi distrugge. Per ultimo non rallentino il freno alla fantasia, e non permettano, che ne' nostri divisamenti essa scotome tta l' intelletto, ed acquisti dominio sulla ragione.

DL

Dalla premessa incontrastabile dottrina spunta un importantissimo corollario. Se repugna, che le cose, nelle quali ha luogo il più, ed il meno, ascendano all'infinito trascendente; non sussistono però gli assurdi, e le contraddizioni, qualunque volta esso si accoppia coll'unità, e coll'indivisibile. L'intimo, ed inseparabile sentimento, per cui una sostanza fa di essere, e che coscienza si appella, è certamente uno, ed individuo; perchè in molti non può partirsi. Ponghiamo, che sia infinito quell'essere, che di se medesimo è consapevole, non solo ritien egli la prerogativa di essere perfettamente uno, ma, per nostro modo d'intendere, acquista l'altra d'esser unico. Ed attesachè a lui nulla può togliersi, e nulla aggiungersi, siccome a quello, che è fuori della linea delle cose quante, egli è infinito trascendente, che non ammette uguale, non che maggiore. In lui tutte le perfezioni in grado eminente si accumulano, anzi tutte in una sola si epilogan, ch'ei da se solo il suo essere riconosce.

A me pare, che questa idea cavata dal fondo dell'infinito, che di parti non è composto, sia la più sacra, e la più acconcia a darci un qualche saggio della natura di Dio Ottimo Massimo, sebbene alle menti umane per ogni titolo incomprendibile. Le cose limitate, siccome prodotte da un ente infinito, della infinità in qualche modo partecipano. Così la nostra anima d'immumerabili cognizioni è successivamente capace, e tal fatta sotto un canone, o formola generalissima infinite ne abbraccia: e la materia può infinitamente crescere, e diminuirsi. All'incontro Iddio dotato d'una perfectissima indivisibile unità esclude da se gl'infiniti relativi, ed imperfetti di tempo, di numero, e d'estensione, o per dir meglio tutti in se stesso transcendentemente gli unisce, e raccoglie, delle loro imperfezioni spogliandoli. Per la qual cosa egli è immenso, e non occupa spazio; è eterno, ma senza prima, nè poi; invariabile in se, e vario nelle sue creature. Egli beato in se stesso, e di se stesso, e sempre a se medesimo presente possiede tutta insieme una vita incommutabile, che non ha nè passato, nè futuro, nè principio, nè fine, ed in un indivisibile eterno momento consiste.

CAPITOLO QUARTO

Che l'universalità delle cose è regolata da un sistema temperato.

I.

DEggio prevenire una dimanda, che mi potrebbe esser fatta, cosa intenda io sotto il nome di sistema temperato. Dico per tanto aver luogo il temperamento, ogni qual volta il prossimo si sostituisce all'esatto, e volta di mezzo l'indifferenza, l'indeterminato viene opportunamente a determinarsi. Le Arti tutte inventate dall'umana sagacità, delle modificazioni si vagliono; conciossiachè non condurrebbono mai a fine i loro magisterj, se in ogn'incontro la massima perfezione si presiggevano. Per non ingolfarmi in una farragine d'esempj, un solo dalla Musica ne piglio ad imprestito.

Due Modi riconoscono in essa i Maestri, uno per terza maggiore, e l'altro per terza minore, i quali usandosi separatamente cogli accompagnamenti alla loro origine, ed alla loro natura appropriati (sopra di che non occorre far presentemente parola) sono ambo perfetti nel loro genere, e di temperatura non an bisogno. Per ampliare la varietà dell'armonia, ed accrescere con ciò il diletto, fa di mestieri accoppiarli insieme: lo che agevolmente si ottiene; mentre essendo sette le corde diatoniche, in sei esattamente i predetti Modi convengono, ed in una sola per un coma discorrono. Quinc' i sistemi musici temperati anno per iscopo di partecipare il menzionato coma, dividendolo, e distribuendolo in maniera, che i due Diatonici riescano all'udito adeguatamente giusti, ed a diverse basi appoggiandosi, nella medesima scala partecipata si uniscano. Si è preso dunque il partito di sconcertare le consonanze tutte per una parte appena sensibile del coma; piuttosto che addossare ad un solo intervallo il troppo notabil difetto.

II.

Il gran punto, che io prendo ad esaminare, si è, se l'Autore della Natura nel creare, e disporre la fabbrica dell' Universo siasi servito d'un sistema temperato, e se, attese le proprietà essenziali della materia, potesse fare altrimenti. Supposta per una parte la necessità metafisica, ed inevitabile del temperamento, il preferir per l'altra un sistema a tutti i possibili dipende certamente dal fine, e dall'elezione. Negli antecedenti Capitoli ho stabilito i principj, rimane, che nel presente io mi adoperi a cavare le conclusioni.

In prima io dico, che la materia non può mai conseguir l'esistenza, se non se per via di creazione. Il detto parerà coraggioso perfino a coloro, i quali, sebbene ammaestrati dalla Religione l'ammettono per vero, lo giudicano però indimostrabile. Sia da se la materia prodotta, e per uscire alla luce non abbia bisogno dell'opera altrui; ne nasce di legittima conseguenza, esser onninamente impossibile un pezzo di materia, che non esista. Essendo ella d'una natura medesima, e de' medesimi attributi essenziali fornita, non ha maggior giurisdizione di ridursi all'atto in una parte, piuttosto che nell'altra. E se così è, la materia esistente non va riposta fra le quantità finite, e nè meno fra gli ordini delle infinitamente grandi, che da me si appellano infiniti relativi; perchè non ripugnano d'essere aumentati. Resta dunque, ch'essa poggi ad un infinito assoluto, e supremo, di cui non possa darsi il maggiore, ed a cui nulla possa aggiungersi. Ma questa sorta d'infinito alle cose quante addossato porta con seco la contraddizione; adunque ripugna, che la materia abbia in se stessa la prerogativa d'essere da se medesima.

III.

Avuto in considerazione il tempo, ci si affaccia un pari inconveniente; atteso che la materia nello stesso stato mai non persiste, ed è soggetta ad innumerabili successive alterazioni, le quali prendendo norma dal prima, e dal poi, e distinguendosi in preterite, in presenti, ed in future, ci ammoniscono, che dal tempo si misura la durata della materia. Ora cadendo il tempo sotto la generale idea della quantità, io dimando, quanti secoli sono corsi da che la materia per la sua virtù innata è uscita dal nulla? Se mi si assegna un'epoca o finita, o pure relativamente infinita, chieggo, perchè non sia nata avanti, perchè non dopo. Non arrivo a capire, che essendovi stata una stagione, quanto fa bisogno molto lontanissima, in cui la materia non c'era, sia all'improvviso spuntato quel felicissimo istante, nel quale ella si è disposta a fare la sua novella comparsa.

Si dirà forse, non aver mai avuto cominciamento. Ed ecco di bel nuovo l'assurdo in campo; imperocchè conforme per un verso è impossibile, che una sostanza si conservi per un solo indivisibile momento, mentre il produrla, e l'annientarla sarebbe una cosa medesima; così per l'altro verso agli enti, i quali alle mutazioni soggiacciono, non può convenire una eternità trascendente. Oltre che, per dare un'occhiata alla durata assolutamente infinita, di cui si disputa, fa d'uopo, che addietro io mi rivolga; mercè che, quantunque essa vada tuttavia ricrescendo colla continua addizione d'anni, e di secoli; egli non è possibile, che l'avvenire mai si esaurisca: particolarità, che nè punto, nè poco si accorda coll'infinito sommo, e metafisico. Per la qual cosa mal possono conciliarsi insieme tempo successivo, ed eternità permanente; richiedendo questa, che si congiunga ciò, ch'è, con ciò, che fu, e che sarà: privilegio supremo, e proprio soltanto di quella Coscienza indivisibilmente infinita, rispetto cui il tempo colle sue differenze svanisce.

IV.

Aggiungasi, che la materia non è una massa informe, ed immota. Essa è ridotta a sistema, agitata dal movimento, ed in minutissime parti divisa. Posto che siasi ab eterno da se medesima generata, ci si para innanzi una insolubile dubbietà, fino a qual segno cioè la sua partigione pervenga. Conciosiachè non potendo lo sminuzzamento progredire in fino al punto, e fermarsi nell' indivisibile, siccome a lungo è stato da me dimostrato, deducendo la cosa all'assurdo geometrico; chi saprà indovinare, qualmente siasi la materia da se determinata a non fortire dai limiti del finito, o pure da quelli d'un qualsivoglia ordine d'infinitesimi? Il gran principio della indifferenza, intorno cui nel primo libro ho impiegato un intero capitolo, non permette, che l'estensione inerte, di discernimento incapace di norma alla propria divisione: altrimenti converrebbe addurre il motivo della scelta, impossibile ad allegarsi.

Ed in vero come mai può affettare una massa qualunque di sussistere piuttosto sotto un partimento, che sotto l'altro: ella, che per essere all'infinito divisibile, ad ogni stato senza pregiudizio della sua natura, e delle sue fondamentali proprietà del pari si accomoda? Sarei curioso, a qual sutterfugio fossero per ricorrere gli antichi Filosofi, e taluno fra moderni, affine di uscire da tal' impaccio. Appoggiati eglino al comune assioma, che il nulla non può abilitarsi a generar qualche cosa, non anno mai volto il pensiero alle difficoltà insuperabili, nascenti dalla indifferenza della materia. Poco loro costava, dietro la scorta, non già della ragione, ma della fantasia il fingerla eterna, ed immensa; e poi nulla badando, che la picciolezza alla grandezza è reciproca, anno ristrette dentro i confini del finito le particelle, che la compongono. In tal guisa adottarono una specie di temperamento, ma sol per metà, e rallentando la briglia alla immaginazione, spaziarono per l'eterno, e per l'immenso. Trattandosi poi di partir la materia, non venne loro pensato di valicar ogni limite, e di discendere fino al punto, trattenendosi nelle regioni del finito senza render conto dell'arbitraria limitazione.

Se così adoperati si sono, perchè in vista delle loro ipotesi la faccenda non dovea camminare diversamente, oltre che non istà salda la congruenza, e l'analogia, sono incorsi in una palpabile petizione di principio. Il peggio si è, che trovandosi sempre da capo, mal soddisfanno all'obbiezione. Credono eglino, che nelle grandezze finite, le quali alle nostre comuni misure con assegnabile proporzione rispondono, non signoreggi l'indifferenza, e che esse sieno rinferrate da così angusto circuito, che di determinazione non abbian bisogno? Piglio anzi gli occhi dell'intelletto il più minuto atomo Epicureo, che si ritrovi in natura, e me n'immagino alquanti per la metà, o per la quarta parte più piccioli. Con ciò non ivago certamente fuori de' termini delle grandezze finite. Chi mi fa render ragione, per cui esse nel seno del niente sieno rimaste, e la necessità, o il casu non abbiano avuta forza di pastorale? Il punto sta, che dove do-

domina l'indifferenza, non ha luogo nè il necessario, nè il fortuito, e ci si richiede indispensabilmente una causa determinatrice.

V.

E' verissima, ed incontrastabile la proposizione del Signor Locke acutissimo Metafisico Inglese, che qualche cosa sia stata da tutta l'eternità; imperciocchè stabilito un tempo, in cui nulla c'era, nulla in progresso si farebbe mai generato. E qui ha luogo in tutto il suo vigore il vecchio pronunciato, che del nulla, e dal nulla non si fa altro, che il nulla. Ma la materia, e le cose tutte capaci del più, e del meno, e soggette a successive mutazioni, la durata delle quali si misura per via del tempo, non anno in se tanto capitale da creare se medesime; dunque da un Essere supremo trascendentemente eterno, ed in conseguenza assolutamente infinito deggiono riconoscere la loro origine. Per cavarle fuori dall'abisso delle cose meramente possibili, in passando dall'idea all'opera, atteso che in altra maniera uscire alla luce non ponno, ci vuole una Sapienza, che comprenda tutto il possibile, una Potenza, che a tutto il fattibile si estenda, ed una Libertà, che all'infinita indifferenza dia regola.

E perchè sarebbe Iddio debolissimo, se potesse produrre l'impossibile, cioè fare, e disfare nell'atto stesso la cosa medesima; abbiassi per indubitato, che la materia da Lui creata non è immensa, non assolutamente eterna, e non per fino al punto divisa. Per la qual causa ha dovuto Egli limitarla con tre necessarie modificazioni. La prima riguarda il tempo, che non può essere senza principio. La seconda piglia di mira la quantità, acciocchè non trascorra all'immenso, oltre i prefissi confini. La terza prescrive norma alla divisibilità, che non potendo giugnere all'indivisibile, dentro i termini stabiliti viene a ristignersi.

Ed ecco in che modo, e per quali ragioni s'introduca necessariamente nella Universalità delle cose il sistema temperato. Ricerca il temperamento, che si abbandoni nella linea della quantità il massimo, e il minimo, siccome impossibili, e che vanno a finire nella contraddizione. Appreso le magnitudini all'uno, ed all'altro estremo infinitamente ponno accostarsi, ma non toccar mai la meta; laonde stanno sempre nell'indeterminato, e niente mai si otterrebbe, se il loro flusso non si fermasse con una congrua determinazione. Ciò deriva in parte dalla natura della materia, che senza le debite limitazioni non può sussistere, ed in parte dall'arbitrio del Creatore, il quale in ordine a' suoi fini ha eletta una costituzione di Mondo opportunamente partecipata.

VI.

Innumerabili generi di grandezze sono tolte in mezzo dal punto, e dall'immenso. L'investigare di quali abbia Dio fatta la scelta, per valersene nella presente struttura, egli è un'arrogante curiosità, perchè non debbe la mente umana consapevole di sua fiacchezza in questo pelago, che
non

non ha fondo, ciecamente precipitarsi. Posso soltanto avvertire, che l'uomo, il quale nasce colla prevenzione di ripartirsi la misura dell'universo; in qualunque altro mondo, sotto differentissime dimensioni fosse stato per avventura colto; erederebbe se stesso finito, e finiti altresì tutti que' corpi, che al suo proprio con una data proporzione corrispondessero. Ciò senza fallo accaderebbe, merè che, quando si tratta di noi medesimi, facilmente confondiamo il relativo coll'assoluto. Per altro il finito, l'infinito, e l'infinitesimo abbiansi per vocaboli atti solamente ad esprimere un semplice rapporto, che prende norma dall'unità, che si assume, o ci piace di assumere. Così io sono tutto quello, che voglio essere, ora grande, ora picciolo, e relativamente o massimo, o minimo, secondo le quantità, colle quali io mi metto a confronto.

Coloro, i quali si mostran vaghi di penetrare ne' più cupi ripostigli del possibile, m'interrogheranno, se Dio possa creare de' Mondi in data ragione al nostro; ovvero che del nostro sieno infinitamente più ampi, o più ristretti. Io per me non ci vedo ripugnanza; conciossiachè, a cagion d'esempio, quantunque le linee rette, e curve, le superficie, ed i solidi facciano in tal ipotesi figura d'inassegnabili paragonati con quelli, eh'abbiam sotto gli occhi, non soggiacciono tutta via ad alterazione di sorta i numeri, le proporzioni, e gli angoli. I numeri si applicano bensì a quantità di genere diverso, ma pure per la serie naturale procedono: e lo stesso dicasi delle ragioni fra grandezza, e grandezza, le quali fondandosi sul più, e sul meno, da leggi immutabili vengono regolate. Appresso fingasi un triangolo infinitamente picciolo, o grande, sarà sempre vero, che i suoi tre angoli sono eguali a due retti. Per la qual cosa nel sistema, di cui ragiono, ed in qualunque altro sussistono nel loro vigore le verità eterne, vale a dire i teoremi della Geometria, ed i canoni dell'Aritmetica, e dell'Analisi. E sebbene le quantità integrali si suppongono inassegnabili, non ostante ciò dalle creature ragionevoli di quel menomissimo universo verrebbero considerate, siccome finite, e fluenti, e perciò si farebbe uso delle flussioni prime, e seconde, e di tutto ciò, che appartiene al calcolo differenziale, e sommatorio.

VII.

Io non niego, che in sì fatte partecipazioni totalmente aliene da' nostri concepimenti la fantasia assuefatta a dipingere in se stessa le immagini delle cose quante, che a noi come limitate si affacciano, si confonda, qual ora si sforza d'attenuarle in modo, che diventino infinitesime. Ma per agevolarsene l'intelligenza, fa di mestieri mettere attenzione, e ben fissare le grandezze, che rispettivamente si assumono per unità. Ad ognuno è noto, che ne' movimenti uniformi, il tempo applicato allo spazio ci dà la velocità; onde proviene la volgar espressione $\frac{s}{t} = u$. Si rifletta, che i due membri

dell'equazione sono due quantità eterogenee; avvegnachè lo spazio s , che si percorre, da una semplice linea ci viene rappresentato, e da un piano il pro-

prodotto del tempo t nella velocità u . Per tener ferma la legge degli omogenei moltiplico lo spazio s nell'unità esposta per a , ed in tal guisa si ha l'equazione compiuta $as = ut$, ed in conseguenza l'analogia $a : u :: t : s$. Ora posti i tempo t , e lo spazio s finiti, sarà parimenti assegnabile la celerità u ; essendo impossibile, che un corpo cammini uno spazio dato in tempo altresì dato, se non si muove con una velocità finita. Per ciò l'unità assunta a entra nell'ordine delle quantità finite, e non lascerà d'esser tale, quand'anche il tempo, e lo spazio si considerassero come crescenti per le differenze dt, ds , ed in quel minimo aumento costante la velocità; conciossiachè non c'è inconveniente, che tra due elementi minimi ci passi quella medesima proporzione, con cui si rimirano due finite magnitudini. Di più se il tempo, e lo spazio infinitamente ricrescono, possono tuttavia star salde le due grandezze assegnabili a , ed u , e conseguentemente il premezzo analogismo $a : u :: t : s$.

In questo mentre nel picciolissimo mondo l'unità, che per comune misura si piglia, debb'essere infinitesima, e serbar corrispondenza col tutto, e colle parti componenti. Ne la cosa può stare diversamente; atteso che, se la velocità u appartenesse ad una classe di quantità infinitamente più grandi dell'unità assunta; il mobile prestissimo svagherebbe fuori de' confini del sistema, e la nostra costituzione di cose ratta verrebbe a sciogliersi, e a dissiparsi. Dello stesso genere dovrebbero essere il tempo t , e lo spazio s , e per conseguenza tutti e quattro i termini della premessa proporzione; perchè se si prendessero i due ultimi relativamente a' due primi in ragione, o minore, o maggiore di qualsivisa data; c'entrerebbe necessariamente la partecipazione a porci compenso. Ma circa l'accoppiare insieme nella medesima struttura quantità di ordini infinitamente lontani, ne faccio parola nel seguente capo verso: ed intanto io noto, che fatto buon uso dell'unità, tutte le nostre formole portate all'infinito, o all'infinitesimo del pari reggono, e sussistono.

Mi si opporrà, che spesso fiate la proporzione delle parti mal risponde a quella del tutto; avendoci resi avvertiti il Galileo, che la statura degli animali, e delle piante non può ricrescere oltre una certa misura, altrimenti le ossa, ed i rami sotto il peso si sfaccherebbono. Così però non succederebbe, quando si aumentasse la coerenza, e la tenacità, e quand'anche i rapporti esattamente non si osservassero, non mancherebbero partiti al sapientissimo Autore della Natura, il quale a norma del temperamento da lui preferito, regolerebbe le simmetrie de' corpi organici.

VIII.

E' tempo ormai di farsi ad esaminare un punto di sommo rilievo per la Fisica, ed è: se nella presente costituzione, ed in qualunque altra possibile, in cui c'entri la materia colle sue innate proprietà (conciossiachè di quella sorta di mondi, che contener possono creature da' nostri concepimenti totalmente aliene, è una temerità il ragionare) la divisione delle particelle elementari si fermi nel finito, inteso il vocabolo relativamente all'unità assunta.

ta, conforme di sopra mi sono spiegato. Voglio dire, se ridotto il sistema nostro alla debita, e necessaria partecipazione, il più piccolo elemento, che si rinvenga in Natura, riguardi con una data ragione le comuni misure; oppure il finito sia talmente misto coll'infinitesimo, che si diano innumerevoli particole, che rispetto alle altre siano minime, ed inassegnabili; per modo che l'Universo, in cui viviamo, si componga di grandezze, le quali ad ordini incomparabilmente diversi appartengano. Si può raggirare la questione per un altro verso, e cercare, se la mole totale del mondo, paragonata, a cagion d'esempio, col globo teraqueo sia uno di quegli infiniti relativi conosciuti solamente da' Geometri: laonde se ripugna, che la materia occupi un'assoluta immensità; almanco tanto si stenda, che superi finalmente tutte le magnitudini da noi chiamate finite.

Molte investigazioni, che ci vengono in mente, sono malagevoli a svilupparfi. Tale si è la proposta, intorno cui si può procedere, piuttosto per via di conghietture, e di congruenze, che di dimostrazioni. Io per me giudico, mentre mi si permetta di esporre i miei sensi liberamente, che l'università delle cose, in cui Dio ci ha collocati, sia relativamente a noi, limitata, e per quello appartiene all'estensione, e per quello concerne il partimento della materia. Ed in vero, fin a tanto che gli elementi, dall'aggregato de' quali i corpi maggiori si formano, e paragonati fra loro, e con i composti, che ne risultano, sono tutti del medesimo genere, in qualunque modo si dispongano, e prendano qualsivoglia figura, non introdurranno mai quantità tali, che aspettino ad un ordine più minuto. Similmente nelle comunicazioni de' moti, e negl'impulsi delle forze continuamente applicate, gli spazi, i tempi, e le velocità non sortiranno dai cancelli delle grandezze assegnabili. E sebbene le figure dei solidi non giungono ad una scrupolosa esattezza; ciò poco importa, perchè, non potendosi colla divisione progredire sino all'indivisibile; egli è indifferente muover un passo di più, o di meno, mentre per quanto viaggio si scaccia, non si toglie l'imperfezione.

IX.

Disputando io contro l'opinione del Signor Nievenzeit, ho mostrato, che ammesse due classi di quantità una dell'altra infinitamente maggiore, siamo astretti ad introdurne una serie, che mai non finisce. Per recarne un esempio, la particella minima m animata dalla velocità finita U urti nella massa M incomparabilmente più grande costituita in riposo, e facciasi la distribuzione del moto giusta le leggi de' corpi molli. Dopo il colpo ambo le masse procederanno colla velocità comune espressa per
$$u = \frac{mU}{m+M} = \frac{mU}{M}$$

giacchè m rispetto ad M svanisce. Sarà dunque la velocità restante $= u$ infinitamente minore della primitiva U . Di bel nuovo la massa m colla velocità conservata u percuota un altro corpo $= M$, e compiuta la collisione

ne

ne, avrassi la celerità nascente $u = \frac{m u}{m+M} = \frac{m u}{M}$, e surrogato in vece di

u il suo valore $= \frac{m U}{M}$, farà $v = \frac{m m U}{M M}$. Così all' infinito si cammina, e

si raccoglie, che le velocità, le quali passo passo ci si presentano esposte per la formola generale $\frac{m^2 \cdot U}{M^2}$ vanno in maniera estenuandosi, che ad innu-

merabili generi di grandezze inassegnabili pervengono di grado in grado infinitamente più menome.

Per la qual cosa farebbe d'uopo trascorrere fuori de' limiti dal temperamento precisi, se il temperamento medesimo non mettesse compenso all'inconveniente. E' una verità da tenersi sempre a memoria, che nelle cose quante il minimo, ed il massimo assoluti, e trascendenti sono due impossibili. In ogni sistema dunque moderato dalla partecipazione, conforme: mente hanno a determinarsi particelle tali, di cui non si danno le più piccole; così si arriva all'ultima velocità, di cui non si dà la più lenta. E quando pare, che l'ipotesi, come nel caso addotto, altrimenti richieda, sappiasi, che l'effetto non segue; osservandosi tutto di, che un corpicciuolo non fa impressione in uno di vasta mole, almeno per quello concerne il moto locale, spendendosi il fiavole impulso in una leggerissima ammaccatura. Sovente bisogna modificare le proposizioni de' Matematici, mentre si applicano alla Fisica, valendosi delle temperature da essi, o non curate, o non conosciute. Non può frattanto negarsi, che quanto più si moltiplicano le classi delle quantità eterogenee, tanto più ha luogo l'indifferenza, e tanto più si dee far uso delle partecipazioni.

Appresso esaminando io la sentenza del Signor Fontanelle dei finiti indeterminati, ho chiaramente provato, che tra le grandezze infinitesime, dette del primo grado, e le finite ci stanno di mezzo innumerabili ordini di quantità sterminatamente maggiori delle prime, e minori delle seconde, e che si fatta progressione è talmente inesauribile, che non ci può tener dietro intelletto umano. Nel finito si cammina a passi misurati, ma nel far transito da genere a genere si procede per via di salti, non potendo noi avere, se non se una confusissima idea de' gradi intermezzi. Iddio solo tutti ad uno ad uno li distingue: e perchè la sua intelligenza va del pari con la sua possanza, per costruire un temperato sistema, poteva egli eleggere a suo piacimento alquante ordinanze disparate di grandezze eterogenee, ovvero metter in essere tutte quelle, che stanno rinferrate per un verso, e per l'altro fra due termini, che circoscrivono il temperamento. A me sembra, che amendue le proposte maniere troppo dalla semplicità si discostino, e che si ponga a campo un massimo apparato di cose per ottenere pochissimo.

X.

Oltre modo vasto si è l'ambito del finito, e bastante a somministrare al Creatore una miniera inesaurita, onde si organizzi l'nostro Mondo, e si soddisfaccia alle apparenze della Natura. Il prossimo, che si ha supplisce all'esatto, che non puote averfi, con quest'avvertenza però, che quanto più gli atomi elementari, ne quali si termina la partigione della materia s'allontanano dal punto, e piegano verso l'immenso; altrettanto è maggiore il divario fra l'esatto ed il prossimo. Ed atteso che la differenza è relativa, in qualunque genere di quantità noi fossimo collocati, sempre finita la crederessimo.

Abbiassi un poligono regolare d'un milione di lati, il cui diametro sia d'un palmo. Gli Artefici non aguzzeranno mai tanto la punta del compasso, che giungano a delinearlo. E pure non farebbe questo un perfetto cerchio, al quale s'anderebbe accostando più da presso, se i lati si moltiplicassero all'infinito. Ma cosa poi si guadagna, avuto riguardo alla capacità, all'uso della figura? tanto poco, che non mette conto l'inoltrarli a maggior precisione. Perciò non mi lascerò mai persuadere, che Dio, il quale, stante la ritrosia della materia, non può introdurci l'ottimo, almeno al più semplice non si appigli, e che dia mano ad una macchina incomprendibilmente composta partecipante dell'infinitesimo, o dell'infinito, per aggiugnere agli effetti una perfezione appena sensibile. Di più nella scienza fisica non interverrà mai, che per esplicare un qualche fenomeno, abbiassi a ricorrere a grandezze misuratamente minori, o maggiori delle comuni. E quando ciò mi venisse ad evidenza provato, adesso per allora prometto di mutar linguaggio, e di ritrattarmi. Intanto stia salda la massima capitale, e dimostrata, che l'economia della Natura si appoggia ad un temperamento, tal quale si possa essere, e che su questa base stabile io fonderò in buona parte le fisiche perquisizioni. Se mi servirò in alcuni più astrusi problemi delle differenze di varj gradi, giusto lo stile de' Geometri, sappiasi, che esse ridotte a dovere equivaleranno ai minimi fisici.

CAPITOLO QUINTO

Della impenetrabilità, e della inerzia della materia.

I.

Ognuno facilmente comprende ammonito dalle quotidiane sperienze; che la materia è impenetrabile, o come altri la chiamano solida, e consistente; conciossiachè nè un corpo duro s' apre la strada traverso d' un mezzo fluido, se questo dai lati prontamente non cede; nè una massa soda urtando in un' altra della stessa natura può avanzar cammino, se non caccia di luogo l' ostacolo. Spogliata di tal proprietà la materia, altro non resta, salvo che una pura ideal estensione, o come altrove mi sono espresso, una mera capacità, atta a contenere dei veri corpi, che in essa per avventura si collocassero, ed in conseguenza una privazione sfornita di moto, di forza, di resistenza, in cui non si può concepire nè causa, nè effetto, nè azione, nè reazione.

Non così agevolmente s' intende cosa sia inerzia, attributo talmente, per così dire, sepolto nel fondo della materia, che non è stato conosciuto dagli antichi Filosofi. Anco tra moderni alcuni ce ne sono, che non ne forman distinta idea, e fra le immaginazioni de' Fisco-Matematici la ripongono. Costoro non ammettono ne' corpi, se non se la trina dimensione, ed il moto, e sì fattamente di questo loro concepimento, siccome semplicissimo, s' invaghiscono, che non si avveggon, ch' esclusa l' inerzia, o la ripugnanza al cangiamento di stato, irreparabilmente la reale estensione, ed il movimento distruggono. Affinchè si dileguino quelle tenebre, che oscurano gl' intelletti; mi accingo a provare, essere l' inerzia una conseguenza della impenetrabilità. Io presentemente piglio per mano un' azione, nella quale c' interviene il moto locale: delle altre in progresso discorrerò. Abbiati la sfera A (Fig. 8.), che con una determinata velocità urti nella palla B immota, ed amendue siano molli, e non guarnite di forza elastica; onde dal ribattimento una seconda azione non nasca; io dimando qual effetto possa prodursi, compiuta la collisione. Tre differenti ipotesi mi fingo, che tutte e tre si vogliono esaminare.

II.

E primieramente mi può cadere in pensiero, che seguita la percossa, il movimento si estingua, e che il globo A nell'atto di colpire il corpo B di botto si fermi, e perda tutta la sua forza viva, senza che ne comunichi alla massa B una qualsivoglia porzione. Ma chi non iscorge, che non essen-

domi difetto di accrescere, quanto mi piace, la velocità della palla A; e senza ripugnanza di sorta sopporla all'infinito aumentata; vengo ad attribuire alla sfera B una inerzia maggiore di qualunque assegnabile, che non possa esser vinta nè pure da una infinita energia?

L'assurdo che mi si para innanzi, mi costringe a mutare supposizione. M'immagino che dopo l'urto ambo le sfere camminino di conserva colla velocità primitiva, da cui prima dell'azione il globo A era animato. In tal positura di cose cresce all'infinito la massa B, e congiunti in una somma i due corpi $A + B$, avremo un complesso di masse maggiore di qualsiasi dato precedente colla celerità iniziale; ed in ordine a ciò il vigore dell'effetto supera infinitamente quello della propria cagione: con che si sconvolge da capo a fondo il gran principio stabilito nell'antecedente libro, che tra le azioni delle cause, e le reazioni degli effetti dee passare una stretta uguaglianza. Poichè nel caso, su cui ragiono, la velocità, che da principio risiede nella palla A, in essa senza punto diminuirsi si conserva, e non ostante ciò tutta intera al globo B si comunica; di modochè l'intoppo nulla opera, come se non ci fosse, e come se la suddetta sfera A per lo vano il suo viaggio continuasse; convien dire, che l'inerzia della massa B sia nulla, ed oziosa l'impenetrabilità; atteso che passando il corpo paziente dalla quiete al moto, ed in conseguenza cangiando stato; in conto alcuno non perturba, nè diversifica la costituzione del corpo agente.

Ora fra le due ipotesi estreme, una delle quali ci dà l'inerzia infinita, e l'altra ce la dà nulla, e che vanno accompagnate da repugnanze, e da contraddizioni, la germana, e la legittima ci sta di mezzo. Compiuta la percossa, le masse A, B, quando altro impedimento non osti, progrediranno con una velocità comune, ma sempre minore della primitiva. In tal guisa si mantiene l'analogia fra la cagione, e l'effetto; mercè che se per una parte ricesce la quantità della materia messa in movimento; si minor per l'altra con giusta misura la celerità, e nello stesso tempo sta salda la forza viva, che da principio nel globo A risiedeva, la quale distribuendosi a due masse, ed impiegandosi in qualche altro effetto, viene congruamente modificata. Per la qual cosa si scopre, che il corpo B, mentre sia obbligato da una particolar azione a mutare stato dentro i confini del finito, è dotato d'una assegnabile inerzia; conciossiachè posta nulla l'inerzia del globo B, l'altro A niente perderebbe della sua forza; e se all'incontro fosse maggiore di qualunque data, non lascierebbe vincersi da una forza limitata.

III.

Facciasi, che la palla B diventi infinitamente picciola, in tal caso non s'induce alterazione di stato nella massa A, la quale trasportando con seco la B, non perde, salvo che un grado menomo di velocità espresso per dV , e conseguentemente un grado minimo di forza viva $= A V dV$, come si potrà raccogliere da ciò, che diremo intorno alla comunicazione del moto fra i corpi molli. Le masse per tanto elementari ripugnano al cangiamento di stato con una inerzia proporzionale alla quantità della ma-

te-

teria in esse contenuta, la quale può computarsi per nulla. Ma se la sfera B all'infinito ricresce, persiste nella sua quiete, acquistando solo un grado inassegnabile di celerità. E sebbene la velocità dV minima della prima classe moltiplicata per una massa infinita ci dà una quantità di moto finita; si rifletta però, che la forza viva comunicata al corpo B si trova essere infinitamente piccola, siccome $= B.dV^2$. In questa posizione l'inerzia in-

2

fnita del corpo B fa sì, che la sola palla A muti stato, e scaccia transito dal moto alla quiete, impiegando tutta la sua forza in una scambievolmente ammaccatura. Essendo dunque inabile a superare l'inerzia smisurata della molle B, si converte a cozzare con quella parte, che sostiene il colpo, e ne vince l'inerzia, imprimendoci una contusione.

Mi sono trattenuto alquanto sulle due ipotesi di limite, nella seconda delle quali tutta l'energia della palla A in contusione si spende, e nella prima una porzione soltanto infinitesima se ne consuma. Quindi si comprende ad evidenza, cosa succeda ne' casi intermezzi, ne' quali la forza della sfera A in doppio effetto s'impiega, e si distribuisce, parte nella vicendevole ammaccatura, e parte nel comunicare al globo B il movimento, cui debbe aggiungerli quello, che nel corpo A si conserva.

IV.

E qui richiamato a memoria l'affioma, che la Natura non cammina per via di salti, si avverta, che qualora un mobile si accelera, o si ritarda appoco appoco; le scale delle velocità riferite ai tempi, e quelle delle forze vive per rapporto agli spazi non sono mica curve rigorosamente geometriche, ma piuttosto fisiche, corrispondenti alla prestabilita divisione della materia, ed alla scelta del presente temperato sistema: lo che basti d'aver insinuato una volta per sempre.

M'immagino, che la massa A giunga appena a toccare la B, e dal mutuo contatto piglierà il suo cominciamento l'azione, e la reazione. Ed avvegnachè egli è impossibile, che si diano corpi forniti d'una durezza assolutamente infinita, e nè tampoco relativamente tale, come l'esperienza c'insegna; fa d'uopo, che nell'atto stesso in cui principia la contusione, s'imprima al corpo B un grado fisico di forza viva, quantunque impercettibile, e che un simile altresì minimo si tolga alla palla A. Qui comincia a far di se mostra l'inerzia proporzionale alla quantità impenetrabile della materia: e sebbene sono molto picciolissime le alterazioni di stato, non si creda però, che persistendo invariata la massa, ricresca, o si minori l'inerzia. Egualmente ad ogni elemento di forza viva acquistato dal corpo B, o perduto dal corpo A ripugna quella pigrizia costante, che in essi risiede; conciosiachè costituiti o in moto, o in quiete conservano immutabilmente la medesima ritrosia a qualsivoglia nuovo, quantunque minimo, cangiamento di stato. Chi potesse, seguito il primo colpo, arrestare l'impeto della massa A, o divertirlo altrove; accaderebbe, che il corpo B, af-

fetto

fetto dalla menoma forza acquistata camminerebbe all'infinito per lo spazio inane con eguali, e lentissimi passi: ed in tal caso l'inerzia appoggiata al mobile B a se stessa sempre uniforme lo accompagna, e custodisce, per così dire, la guadagnata infinitesima forza viva: conseguita la quale, con pari ripugnanza la sfera B si riduce alla sua primiera quiete.

In questo mentre continuando a predominare la velocità nella sfera A, egli è necessario, che sottentri il secondo impulso, indi successivamente il terzo, ed il quarto, e così di mano in mano: con che si minora la celerità del mobile A, si aumenta quella del corpo B, e ricesce di tempo in tempo la reciproca ammaccatura, sinattantochè, replicato il numero pressochè innumerabile delle fisiche impressioni, si riducano finalmente ambe le sfere a progredire di conserva con pari velocità. Allora cessa l'azione, e per conseguenza la reazione; conciossiachè una massa non può spingere avanti l'altra, quando questa con egual prontezza si sottragge alla percossa. In sì fatto incontro non diversificandosi punto la costituzione de' solidi messi in movimento, se ne sta onninamente oziosa l'inerzia; non essendoci motivo, per cui abbia ad esercitare il suo ufficio. Per la qual cosa siccome le forze vive, non già di salto, ma passo passo si guadagnano, e si perdono, e le variazioni di stato in qualsivoglia massa gradatamente procedono; così l'inerzia appoco appoco si vince: e siccome la mutazione totale di stato, compiuta interamente l'azione, si compone di tutte le precedenti insensibili mutazioni; così quanti gradi di forza viva si vanno successivamente accumulando, o distruggendo, tante fiate s'induce un novello mutamento di stato, ed altrettante si replica la ripugnanza, con cui ad ogni minima variazione ugualmente si oppone l'inerzia. Ma di ciò si ragionerà nel seguente Capitolo.

Ed ecco messa in chiaro l'economia della Natura, la quale non fa mai passare il movimento da corpo a corpo, se non se per via di forze sollecitanti continuamente applicate: altrimenti procederebbe di salto, e con un solo impartibile impulso, ed in un momento di tempo una porzione della energia del mobile agente A nel paziente B si trasfonderebbe. Tocca poi all'inerzia, o alla corpulenza della massa il distribuire con leggi immutabili la forza, che tutta da principio nel solo corpo A risiedeva. E qui opportunamente si noti, che nel caso nostro io ravviso tre ripugnanze al cangiamento di stato, due rispetto alle forze vive, ed una concernente le forze morte. Contrasta la massa B in facendo transito dalla quiete al moto, e la massa A nel perdere una parte della sua forza, ed amendue i corpi senza ritrosia non ammettono il mutamento delle figure cagionato dalla vicendevole contusione. Non separo questo clemento in due; perchè, sebbene mi è noto quanta forza primitiva nella doppia ammaccatura si consumi; non so poi, in qual proporzione si divida, attesa massime la varietà delle figure, e la diversità delle materie.

V.

Avverto frattanto, che ogni percossa non porta con seco il moto locale. Egli è vero, che durante la quiete, non fa il suo uffizio l'inerzia, perchè non s'introduce mutazione di stato. Ma senza che il corpo intero si trasporti da sito a sito, basta, che in qualunque modo si turbi l'ordine, e la connessione di molte, se non se di tutte le particole, che lo compongono. Ciò fassi per via di piccole successive alterazioni, e di movimenti appena percettibili al senso, dai quali non va mai disgiunta l'inerzia.

Troppe spezie di resistenze mette in pratica la Natura, per assorbire in parte, o per estinguere totalmente la forza viva, di cui è fornito un mobile. Di tal genere sono la coesione, l'intralcio delle fibre, la tenacità, la costipazione, ed i fregamenti. E se tal fiata c'entra la forza di molla, interviene, che l'efficacia dell'azione si consumi tutta, o pressochè tutta nel porre in tremito la massa paziente. Così lo scoppio delle bombe, e de' fulmini scuote gagliardamente la vasta mole d'un tempio, o d'un palagio, e le interne fermentazioni agitano sì fattamente la Terra, che disroccano i più robusti edifizj.

Certi solidi per altro duri, ma nel tempo stesso fragili, e mal coerenti, come il vetro, ed il marmo spinti violentemente contro un ostacolo fermo, corrono rischio di spezzarsi, e talora spargono all'intorno delle schegge minute, che dal loro tutto impetuosamente si staccano. Bisogna tener gli occhi chiusi, dove lavorano gli scultori; imperocchè i colpi del martello s'impiegano a separare, e a far volare per l'aere i minuti frammenti, che dalla pietra viva disgiungonsi.

Frequentemente un mobile cacciato con istraordinaria prestezza trova più facilità a penetrare, e a forare l'intoppo resistente, che a muoverlo di luogo. L'esperienza ci documenta, che una palla da moschetto sparata contro alquante porte situate in linea, e sospese dai loro gangheri, onde possano agevolmente girarsi, buca, per esempio, le due prime, e nella terza si ferma, producendo in essa una semplice ammaccatura. Quanto è più celere la palla del piombo, in più breve tempo resta la porta pertugiata, e tanto minor moto locale in essa s'imprime; a tal che si rende appena sensibile: laddove quanto più tempo si spende nel bucare le tavole, e particolarmente, se l'ultima d'esse riceve soltanto una confusione, tanto è maggiore l'arco di cerchio, che intorno ai cardini si descrive.

A bello studio ho messo in vista le differenti sogge, con cui l'inerzia dà motivo alle resistenze di attutare le forze vive; acciocchè chiaramente si comprenda, quanto vadan lontani dal vero coloro, che nella comunicazione del movimento non arrossiscono d'affermare, che nulla forza si spende nella vicendevole confusione: quasi che si possa mai dar effetto in Natura, cui una qualche cagione non corrisponda. Tanto è pernicioso alle scienze l'amor di parte, che sostenendo a tutto costo una opinione tenacemente radicata, riduce gli uomini a conseguenze oltre ogni credere assurde.

Le prefate resistenze operano in figura di forze morte successivamente applicate, e ricevendo in se stesse la forza viva, che passo passo il mobile va perdendo; per gradi menomi il corpo da essa animato in tutto, o in parte ne spogliano. Nel primo caso l'impedimento stasene immoto, e non trasugge da sito a sito; perchè l'azione intera contro quella porzione, su cui cade il colpo, soltanto si esercita; ovvero alle volte scuote, e mette in tremito le fibrille elastiche, dalle quali è composta la massa reggente, restando poscia il tremore dalla resistenza dell'acre sopito, ed estinto. Nel secondo caso, se la contusione non assorbe, per così dire, tutta la forza viva, che nel corpo in moto risiede, egli è indispensabilmente necessario, che la residua un qualche effetto produca: il quale in altro non può consistere, se non se in cacciare avanti l'intoppo, ed in comunicare ad esso il moto locale.

VI.

Ad oggetto di ben comprendere, quale sia l'ufficio, che all'inerzia, ed alla impenetrabilità della materia compete, e così dar compimento alla presente ispezione; giudico opportuno l'investigare, con che regole nel congresso de' corpi le forze vive si compartiscano. A norma della ipotesi affunta, nella collisione delle due masse A, B si esponga per V la velocità primitiva della palla A, e dicasi u la celerità variabile, che il mobile B in vigore degli iterati urti va passo passo acquistando. E per agevolare i calcoli, tanto la velocità costante V, quanto la massa B, lo che ci è concesso di fare, pongansi eguali all'unità.

In qualunque stato si trovino i due solidi A, B, egli è certo, che il loro comune centro di gravità viaggia per la stessa direzione, e colla medesima velocità, e conseguentemente in essi si mantiene in solido la quantità iniziale del moto $= AV$; onde ha luogo nel caso nostro in ogni circostanza la legge secondaria de' Cartesiani, la quale non si diversifica punto nel principio, nel progresso, e nel fine della mutua azione, e reazione. Per la qual cosa se nel momento, in cui cammina il globo B colla celerità u, cercheremo, con quale velocità proceda il corpo A, la troveremo espressa per la quantità $\frac{A-u}{A}$.

Dopo ciò ricorro al canone principale Leibniziano, che ci dà primieramente la forza viva variabile dalla massa B acquistata $= \frac{B \cdot u^2}{2} = \frac{u^2}{2}$,

indi quella, che nel mobile A si conserva $= \frac{A-u^2}{2A} = F$, e per ultimo u-

na terza forza, che nella reciproca contusione si spende, la quale ci si ren-

de

de nota: sottraendo dalla forza primitiva $\frac{A \cdot V^2}{2} = \frac{A}{2}$ le due testè alle-

gnate $F + f$; laonde, ridotti i computi, abbiamo, $\frac{A + 1}{2A} \times$

$$\frac{2A \cdot u - uu}{A + 1} = b.$$

E qui si noti, che qualora la forza b consumata nell'ammaccatura è la massima, i corpi A, B , già compiuta la prima azione, procedono in figura di masse molli con pari velocità $= \frac{A}{A + 1}$, e per rinvenirla basta valersi del

metodo de' massimi, e de' minimi. E determinata una volta essa celerità, ven-

go in cognizione della forza impiegata nella contusione, cioè $\frac{A}{2 \cdot A + 1}$

$= b$. Nel modo medesimo si misura la forza viva acquistata dalla palla $B = \frac{u^2}{2} = f = \frac{A^2}{2 \cdot A + 1}$, ed inoltre l'altra, che la sfera A in se stessa

ritiene, cioè $F = \frac{A^2}{2A} = \frac{A^2}{2 \cdot A + 1}$. Ora conviene paragonare insieme

le predette forze. Le due vive, una, che si conserva nel mobile A , e l'altra, che si trasfonde nel corpo B , viene a dire $F : f$ stanno in ragione di $\frac{A^2}{A + 1}$

$\frac{A^2}{A + 1} :: A : B$, o sia in proporzione delle masse. Appresso essendo

$f : b :: \frac{A^2}{2 \cdot A + 1} : \frac{A^2}{2 \cdot A + 1} :: A : A + B$, farà la forza comunicata al cor-

po B , a quella, che nell'ammaccatura si spende; come la massa A , alla somma delle due masse $A + B$; e di più come $F : b :: \frac{A^2}{A + 1} : \frac{A}{A + 1}$

$:: A^2 : A + 1$.

M m 2

Con-

Convertita poscia in analogia l'equazione $\frac{A}{2 \cdot A + 1} = b$, avrassi $A + 1 :$

1, ovvero $A + B : B :: \frac{A}{2} : b$; dunque come l'aggregato d'ambo le masse

$A + B$ alla massa B costituita da principio in quiete, così la forza primitiva $\frac{A}{2}$, o pure $\frac{A \cdot V^2}{2}$ alla porzione, che nell'ammaccatura si consuma. Quin-

ci dividendo, $A : B :: \frac{A \cdot V^2}{2} - b : b$. Ma se dalla forza iniziale $\frac{A \cdot V^2}{2}$

sottra la b , che nella contusione si adopera, ho la somma delle due forze vive, che risorgono nelle sfere A, B ; dunque siccome la massa A , alla massa B ; così le suddette due forze vive $F + f$ alla terza b . Ed in ordine a ciò come le due forze, dalle quali sono separatamente animati i corpi A, B ; così la loro somma all'altra, che in morta si trasforma, cioè $F : f :: F + f : b$.

VII.

Elegantissima si è la distribuzione di queste forze, le quali mostrano d'aver colle masse una stretta corrispondenza. E sebbene non può negarsi, che l'inerzia ne' corpi dipenda dalla quantità della materia; tuttavia la Natura regola talmente le mutazioni di stato, che per lo più non adotta, come nel caso precedentemente considerato, le più semplici analogie. Me ne somministran l'esempio i solidi guarniti d'una perfetta virtù di molla. Terminata l'azione, si rimette interamente l'elastro, e diventa nulla quella parte della forza primitiva, che nella dissipazione s'era consumata. E perchè la forza $\frac{A \cdot V^2}{2}$ in due soli elementi si divide; sappiamo di certo, che si

toglie al mobile A la forza viva dal corpo B guadagnata. Ripetuta pertanto la formola $\frac{2A \cdot u}{A + 1} - u^2 = \frac{2A}{A + 1} \cdot b$, facciasi $b = 0$ giusta l'ipotesi, ed

avrassi $\frac{2A}{A + 1} = u$. A prima vista si scopre, che la velocità del globo ela-

stico B ricresce al doppio sopra quella, con cui camminava in figura di molle nell'istante, che sta di mezzo fra la compressione, e la restituzione della molla, e che conseguentemente procede con forza quadrupla ==

4. $\frac{A^2}{2 \cdot A+1} = f$. In questo mentre la forza restante nella palla A si esprime

me per $\frac{A-n}{2A}$, e collocato in vece di n il valore testè trovato $\frac{2A}{A+1}$, ha:

si l'equazione $F = A \times \frac{A-1}{2 \cdot A+1}$, indi l'analogia $F:f :: A-1 : 4A$.

Corollario. Posso determinare il valore della massa A, per modo che le forze F, f si rispondano in qualsivoglia proporzione di $n:1$. Per la specie n contrassegno qualunque grandezza maggiore, o minore dell'unità. Sarà

per tanto $A-1 = 4nA$, e maneggiata l'espressione colle regole dell'Algebra comune, avrassi $2n+1 \pm \sqrt{4nn+4n} = A$. Ambo i valori di A sono positivi; conciossiachè nell'apotome $2n+1 - \sqrt{4nn+4n}$ il quadrato del primo membro $= 4nn+4n+1$ supera per l'unità la quantità $4nn+4n$ posta sotto il segno radicale; dunque la radice $2n+1$ è maggiore dell'altra $\sqrt{4nn+4n}$, e conseguente il valore più picciolo della massa A è sempre affermativo. Per la qual cosa non incontrandosi l'assurdo, che la massa A ci comparisca in figura di negativa; il problema proposto ammette una doppia fisica soluzione.

Vogliasi la proporzione d'egualità fra le due menzionate forze; onde sia $F=f$, ed $n=1$, e scopriremo i due valori di $A = 3 \pm \sqrt{8}$. Ma se fossero $n=0$; la duplicata espressione di A in una sola si riunisce, cioè $A=1=B$; caso, in cui essendo pari le due masse A, B, la prima perde tutta la sua forza, che intera si trasfonde nella seconda; per guisa che la forza nulla della palla A, compiuta l'azione, sta a quella della palla B $= A$ in una ragione minore di qualunque data. Similmente se la specie n cresce sino all'infinito, ci si parano innanzi due valori di A, $= 2n \pm 2n = \begin{cases} 4n \\ 0 \end{cases}$, cioè

uno quadruplo della magnitudine infinita n , e l'altro nulla, o meglio infinitamente minimo. Ma queste si prendano siccome espressioni di limite.

C A P I.

CAPITOLO SESTO

Si continua a ragionar dell' inerzia.

I.

M Eglio forse delle espressioni analitiche, la geometrica costruzione ci porrà anzi gli occhi l'andamento delle forze fin ora considerate. Comincio dal soddisfare alla prima equazione $\frac{A - u^2}{2A} = F$. Prendasi (Fig. 9.)

la indefinita CDE, siccome linea dell'assisse crescenti, che dinotano le velocità u , ed anno l'origine nel punto C, e fatta $CD = A$, dal vertice D col parametro doppio di CD descrivasi la parabola FDH, e questa ci darà il luogo cercato. La seconda formola locale $f = \frac{B \cdot u^2}{2}$ chiede il trilineo

parabolico CTR, il cui apice sia in C, ed il lato retto $= \frac{2}{B} = 1$. Resta,

che si delinei la scala di quella spezie di forze, che nell'ammaccare si esercitano, e che ci vengono esposte dall'equazione $\frac{2A}{A+1} \times u - u^2 = \frac{2A}{A+1}$

$\times b$, la quale appartiene altresì ad una terza curva parabolica. Determino dunque nella linea delle assisse la retta $CM = \frac{2A}{A+1}$, e partendola per

metà, alzo la normale $KL = \frac{CK}{2}$, ed intorno l'asse LK descrivo una pa-

rabola, che passi per il vertice L, e per i due punti C, M. Ho superiormente provato, che quando si giunge alla massima confusione KL, la forza b in tal effetto impiegata si esprime per $\frac{A}{2 \cdot A+1}$, o sia per $\frac{CK}{2}$. Col-

lo stesso metodo, giusto i varj valori della quantità $\frac{2A}{A+1}$, s' intendano

delineate le parabole CID, CZP, le quali in progresso verranno ad uso. In tal guisa compiuta la costruzione, ne segue, ch'essendo, a cagion d'e-

fem-

sempio, la frazione $\frac{2A}{A+1}$ uguale alla base CM della parabola CLM, se si

denota per Ca qualunque velocità variabile u acquistata dal mobile B, le tre ordinate ad , ab , ac ci rappresentano le tre forze F , f , b , cioè le due prime vive, una, che nella massa A si conserva, l'altra, che al corpo B si comunica, e la terza, che si spende nell'ammaccatura. Ed atteso che la forza iniziale $A \cdot V'$ si contrassegna per la retta CF, ovvero ac , e la palla

A nel nostro caso mantiene in se stessa la forza ad ; ne nasce, che la forza da essa perduta si esponga per l'applicata ed , e si uguagli all'intercetta cb , viene a dire alla forza ab partecipata al mobile B più la ca , che nella collisione si perde.

II.

Io non istò a segnare partitamente la intersecazione fra le curve FDH, CID, ovvero CZP, e nè tampoco quelle tra le dette due curve, e la terza CTR, quando ad esse venisse sovrapposta: lo che non si è fatto per evitare la confusione nelle figure. Ciò significa, che in cert' incontri le forze vive F , f si pareggiano, e che alle volte l'una, e l'altra di esse s'uguaglia alla forza b , che nella mutua compressione de' corpi si consuma.

Fia meglio trattenerci per poco sulla economia di queste forze. Egli è certo, che la forza viva risiede da principio nel solido A. E perchè esso non si spoglia di tutta in un solo momento; egli è necessario, che per comunicarla al corpo B, si replichino le successive impressioni, le quali nella posizione da me assunta fanno un doppio effetto; cioè a dire, cacciano avanti la palla B, e nel contrasto fra le due sfere una vicendevole compressione producono. Amendue gli effetti, come ognun vede, dalla forza iniziale procedono, e sono regolati dalla impenetrabilità, e dalla inerzia. Quindi calando passo passo la forza nel mobile A, sino ad estinguerli totalmente, ed anco sovente tornar a rinascere, e a pigliar lena, ma con direzione contraria; si aumenta di grado in grado quella, che al corpo B si partecipa: colla condizione, che se tal fiata alla primitiva si uguaglia, non giunge mai a superarla; perchè nol consente la debita corrispondenza fra la cagione, e l'effetto.

La terza poi, per cui i corpi mutan figura, e nell'urto si comprimono, seguita uno stile diverso; conciossiachè cresce da principio, a misura che crescono le ordinate nella semiparabola CLK; ma pervenuta al sommo la confusione esposta per l'asse KL, se le masse sono molli, cessa l'azione, ed ambo camminano con pari velocità. All'incontro, se i corpi d'una squisita virtù elastica sono dotati; nell'atto di rimettersi si minor la forza, che nell'ammaccatura s'era perduta, sino a diventar nulla nel punto M, quando la massa B procede colla velocità CM: e così la forza viva interamente si restituisce, e colle debite modificazioni tra i due solidi A, B si comparte.

Que-

Queste diminuzioni pigliano norma dalle applicate decrescenti nell'altra metà KLM della suddetta parabola: e perchè i due rami CL, LM sono eguali, e similmente posti a destra, e a sinistra dell'asse KL, mi somministrano un bell'esempio dell'uguaglianza, che passa nel caso nostro fra una serie di azioni, e l'altra di reazioni.

Altrove ho insinuato, e presentemente lo replico, che quella porzione di forza, che nelle reciproche contusioni s'impiega, non si divide in due parti eguali; per guisa che la metà di essa si adoperi contro il corpo A, e l'altra metà contro il corpo B. Non ha quì luogo il principio delle azioni, e delle reazioni preso in tutto rigore; ed alcuni su questo punto sono caduti in errore; conciossiachè le differenti magnitudini, figure, e durezza de' solidi o molli, o elastici non permettono, che delle accennate forze si faccia una pari distribuzione. Ben è vero, che considerate, non già separatamente, ma insieme unite, abbiamo della lor somma una precisa misura, che ci viene rappresentata dalle ordinate ac , KL della parabola CLM.

Segno pertanto due punti a, g egualmente distinti dal mezzo K, e le velocità Ca , Cg crescano per l'elemento costante $+ du$; ne segue, che la forza ac spesa nell'ammaccare per la differenza dell'applicata $ac = db$ positivamente si aumenta; ed all'incontro, che la forza $gb = ac$ si altera per la medesima differenza, ma negativa $= - db$. La fusione dunque di forza viva, che in un caso si perde, nell'altro si riacquista: e ciò succede quando il corpo B è affetto, prima dalla velocità Cg , e poscia dalla Ca , l'aggregato delle quali $= CM$ s'eguaglia alla massima celerità, che ad esso corpo possa essere comunicata.

III.

Per maggior chiarezza anno tre casi a distinguersi. Le basi delle scale paraboliche dinotanti le forze, che nelle contusioni si perdono, ci vengono espresse dalla frazione $\frac{2AB}{A+B}$, o meglio, chiamate x queste basi variabili,

dall'analogia $A+B:2B::A:x$. Quindi, se la massa A supera la B, essendo il primo termine della proporzione maggiore del secondo; anche il terzo eccederà il quarto: quindi la corda CM dell'arco parabolico CLM farà minore più, o manco di CD, secondo la varia relazione di maggior inegualità fra le due masse A, B. Per la qual cosa la curva locale CLM, che nella presente posizione dà norma al compartimento della forza primitiva A. U^a, c'insegna, che se i corpi sono molli, la velocità finale partecipata al

2

mobile B, ed altresì la restante nel mobile A, si esprimono per CK metà di CM, ovvero per $\frac{AB}{A+B}$; e di più, che l'asse KL metà dell'assisa CK di-

nota quella forza maggiore, che nell'ammaccatura possa impiegarsi; e che

1c

le due ordinate, che partono dal punto K, e vanno a terminare nelle curve DF, CT, ci danno la misura delle forze, una, che compiuta l'azione nel mobile A persiste, e l'altra, che al mobile B si comunica. Se poi i solidi A, B sono perfettamente elastici, si noti che la celerità terminale del corpo B cresce al doppio sopra la CK; che arrivata a tal segno, l'applicata nel punto M esponente la forza nell'ammaccare confusa diventa nulla; e che le forze vive, da cui si trovano animate le sfere A, B, uguali in solido all'iniziale nel modo addotto si determinano. Non importa l'avvertire, che la parabola CLM sta tutta al di sotto dell'altra FYD, che tal fiata la tocca, e bene spesso in due punti la taglia, e che sempre incontra in un punto la curva CTS. Ci vuol poco a vedere le conseguenze, che da tali intersecazioni si cavano.

La seconda ipotesi è la più semplice, in facendosi $A=B$. Viene essa accompagnata da una particolarità, che la base del luogo parabolico CID coincide colla linea $CD=A$. Le illazioni sono simili alle già dedotte; se non che che nel punto D svaniscono le due ordinate spettanti alle due parabole CID, FDH: e ciò significa, che guadagnata dal mobile B la massima velocità CD, di cui è capace, si è reintegrata totalmente la forza viva $A \cdot \frac{U^2}{2}$.

e che ad esso si è tutt'addossata; per guisa che nel corpo A ridotto allo stato di quiete non ne rimane vestigio.

Il terzo caso merita una particolare ispezione. Posta la massa A minore di B, la base, per esempio CP della parabola CZP, è maggiore della linea CD, ma non mai tanto, che del doppio la superi. Segnata dunque $DE=CD$, qualunque siasi l'analogia di minore inegualità fra i due solidi A, B, interverrà, che la suddetta curva locale tagli l'asse fra i due punti D, E, accostandosi, secondo le circostanze, ora all'uno, ora all'altro estremo. In questo mentre, non avendo ancora il corpo B acquistata la velocità intera CP, ma soltanto una parte d'essa, cioè CD; la linea CDE delle asisse crescenti tocca nel vertice D la parabola FDH; ed in tal punto l'ordinata corrispondente diviene zero. Con ciò la costruzione ci ammonisce esserci un istante, in cui il mobile A di tutta la sua forza primitiva si spoglia, e sta per un momento in riposo, e quasi in bilancia fra due moti direttamente opposti.

E perchè non si è ancora totalmente rimessa quella sorta di forza, che si è spesa nella confusione, la quale ci viene anzi rappresentata dalla retta DO; due conclusioni ne nascono. La prima, che la differenza fra le due forze XZ, DO è bastante, per toglier al corpo A il residuo di forza viva, che si era in esso conservata, mentre camminava in figura di massa molle. La seconda, che seguitando ad agire la predetta forza DO, a guisa d'un elastico compresso, che collocato fra due corpi per un verso, e per l'altro si dilata; non solo aumenta la forza del solido B già messo in moto, ma cominciando dalla quiete stimola il mobile A, e gl' imprime a poco a poco que' gradi di forza viva, de' quali è scalo il ramo parabolico DQH. Così terminata l'azione nel punto P, qualora la molla il suo stato naturale ha

ricuperato, procede la palla B colla sua solita direzione, e colla forza PR, e la sfera A colla forza PQ in senso contrario.

E sebbene il ramo DQH ci dà indizio col suo andamento, rispettivamente alla positura dell'altro ramo FYD, che la celerità del globo A per mezzo della quiete passa dal positivo al negativo; ciò non ostante, stendendosi amendue i rami dalla medesima parte dell'asse CDE, impariammo una importante verità, che le forze vive xy , PQ, che ai due diversi rami appartengono, sono del pari affermative, e che la Geometria d'accordo con la Fisica ammette bensì velocità, ma non forze negative.

IV.

Ho battuta una strada piana, appoggiandomi ad un esempio assai semplice, acciocchè il Lettore senz'imbarazzarsi in calcoli di lunga lena, ed in costruzioni intralciate, si formi una qualche idea dell'economia, con cui si distribuiscono le forze. Su benissimo, che il celebre Signor Leonardo Euler si è servito d'un metodo più ingegnoso, e più magistrale. Ea egli nascer le leggi delle comunicazioni dei moti dalla teorica delle forze continuamente applicate: ed un Fisico non può dispensarsi dal ben caperne il progresso, come altresì dal ponderare ciò, che ci ha aggiunto il P. Vincenzo Riccati della Compagnia di Gesù nel suo Trattato delle forze vive. La cosa riesce a maraviglia ne' casi di limite, quando cioè l'elastro collocato fra due corpi, attese le circostanze, in cui opera, o si riduce al massimo restringimento, ovvero spiegandosi, recupera la sua natural dimensione. Nel primo incontro camminano ambo le masse in figura di molli, e nel secondo di elastiche. Ma nelle posizioni intermedie il problema è di difficilissima soluzione; perchè i più fini artifizi dell'Analisi ci abbandonano.

I due subbietti, de' quali so parola, sono stati separatamente maneggiati dai Fisico-Matematici, e con varj giri di raziocinj le proposizioni ad essi spettanti si leggono accuratamente dimostrate; laonde pareva, che nulla si potesse bramar di vantaggio. In questo mentre niuno, ch'io sappia, prima del lodato Euler s'era accorto, che le verità già conosciute, ed in apparenza disparate si dessero scambievolmente la mano, o almeno non se ne scorgeva la loro immediata connessione. Ci voleva dell'industria ad accoppiarle insieme, e a farle pullulare amendue dal principio generalissimo delle azioni.

In fatti se la Natura non va di salto, ed i movimenti, e le forze, che fanno transito da massa a massa, a gradi menomi si accrescono, e si minorano; si producono, e si estinguono; ci doveano entrare indissolubilmente i conati inassegnabili, da cui i mobili sono successivamente accelerati, e ritardati. Per la qual cosa, quantunque non ci siano note frequentemente le leggi, e le scale moderatrici delle azioni, e delle resistenze; aveasi senza esitazione a ricorrere alle formole fondamentali $fds = mdu$, $fds = -mdu$, e tal fiata alle secondarie $fdt = mdu$, $rdt = -mdu$, ed opportunamente integrandole, a luogo, e a tempo valersene.

V.

V.

Mi accosto più da vicino, ad investigare le proprietà dell'inerzia, e molto ci gioveranno le premesse osservazioni. Ma prima conviene toglier di mezzo un'ambiguità. Bisogna distinguere la ripugnanza a mutare stato dall'attuale mutazione; conciossiachè l'una dall'inerzia unicamente dipende, e l'altra dalla forza estrinseca, che vi s'impiega. Ogni corpo è composto d'una quantità determinata di materia impenetrabile, nè altro soggetto si escogiterà mai, su cui si fondi l'inerzia: la quale conseguentemente non può rincrescere, o diminuirsi, se non si aumenta, o minora la massa. E se la massa stessa persiste invariata; non c'è ragione, per cui la ripugnanza al cangiamento di stato abbia a diversificarsi. All'opposto le mutazioni di stato, di cui qualsivoglia corpo è capace, sono infinite, e si misurano dalla efficacia della cagione agente, che la procura.

Per la qual cosa una quantità limitata di materia è sempre guarnita della stessa stessa inerzia, in qualunque circostanza si trovi, o di movimento, o di riposo; imperciocchè conserva in se medesima l'innata ritrosia al mutamento del proprio stato. Non vorrei che taluno s'immaginasse, che impressa una volta in un mobile una data forza, la sua inerzia si fosse almeno in parte vinta; onde acquistasse una maggior facilità, a riceverne di nuova: e tanto più prontamente, quanto fosse più grande la forza partecipata. Un corpo messo in moto si rinviene in una costituzione particolare, e permanente, nella quale in eterno persevererebbe, se da una qualche impressione forestiera non ne venisse rimosso. In tal positura di cose mantiene esso intatta la sua solita repugnanza, per cui ricusa del pari, e di guadagnare novella forza, e di perdere la già acquistata. Presa per comune misura l'inerzia conveniente allo stato di quiete; si dee inferire, che sussiste sempre la stessa anco in quello di movimento.

VI.

Considerata l'inerzia sotto questo aspetto, pare, che non resti abbracciata dall'idea della quantità; se non se in quanto si associa colla massa; ed in tal senso può essere grande, e picciola, infinita, ed infinitesima, secondochè è appoggiata a masse degli ordini assegnati. Io lascio a ciascuno la libertà di usar le parole a suo piacimento, purchè si tenga fermo, ch'essa non rierisce, nè scema per un altro titolo, cioè a dire perchè un dato corpo, a cui è addossata, a variare stato è frequentemente costretto.

Come dunque in tali mutazioni si comporta l'inerzia? Atteso che la forza viva, che nella causa risiede, in passando da massa a massa, o dividendosi fra più corpi, invariata senza punto alterarsi persiste; convien dire, che abusivamente all'inerzia si dia il nome di forza. Non va certamente tra le forze vive riposta; mercè che col moto, e colla quiete ugualmente si accoppia, ed una data quantità di materia nell'una, e nell'altra positura è del pari pigra, ed inerte. Non si debbe tampoco annoverare tra le forze morte

resistenti, le quali coi replicati innumerabili ostacoli estenuano passo passo la forza viva, ed in progresso totalmente la estinguono. Ciò non succede nell'inerzia, che ripugna bensì al cangiamento di stato, ma senza infievolire nè punto, nè poco la forza viva, che lo introduce.

Mi si chiederà, qual dunque è il concetto, che dell'inerzia abbiamo a formarci, e quale il suo vero ufficio, per cui in un certo modo tempera essa le azioni, e le reazioni? L'incomparabile Cavalier Nevvton, che più internamente l'ha conosciuta, solea chiamarla una virtù insita, da cui la materia va sempre accompagnata. Per la qual cosa non le conviene, a parlar esattamente, la nozione di forza, o viva, o morta, nè quella di vera causa, o di effetto reale. Essa nulla di nuovo in Natura produce, nulla distrugge: ma modera soltanto le forze d'amendue i generi, che da tutt'altro principio, fuorchè da lei, riconoscono la loro origine. Non si adopera dunque, salvo che in distribuire le forze, che per avventura si trovano in azione, e ciò con qualche rapporto alle masse: e questo sì è l'unico effetto, o per dir meglio, l'unica particolarità, a cui viene abilitata. Conciossiachè la pigrizia de'corpi non ha vigore di minorare la forza primitiva, e molto meno di accrescerla, ma semplicemente in compartirla s'impiega: laonde io la riporrei sotto la classe delle condizioni puramente determinanti, di cui non mancano gli esempj in Fisica, e le quali secondo le circostanze fan sì, che nasca l'una piuttosto, che l'altra distribuzione, salva sempre l'energia della cagione operante, che a varimento non è soggetta.

VII.

Insistendo sull'addotto esempio, sia la forza iniziale, da cui è animata la palla $A \equiv A \cdot U^2$ prima di comunicare il moto alla palla B, e seguita

2

la collisione giusto i canoni de'corpi molli, ci si presenti in tre membri divisa. Una parte rimanga nel mobile A, la seconda al solido B si partecipi, e la terza nella doppia ammassatura si spenda. Egli è certo, che la somma delle predette tre forze alla primitiva s'uguaglia, e che niente di nuovo concernente la quantità delle forze stesse in Natura o si annichila, o si crea. Conseguentemente altro non succede, se non che quella forza, da cui era affetta la sfera A avanti l'urto, e che stava, per così esprimermi, nel solo corpo A epilogata, appoco appoco abbandona in parte il suo primo soggetto, ed entrando in un altro, in più porzioni equivalenti al suo tutto si dissunisce. Ed è notabile, che sinattantochè l'azione si compie, ad ogni minimo passo ambo le masse A, B successivamente mutano stato, e che una novella partigione della forza totale, a norma delle leggi esposte, di tempo in tempo s'introduce. Se poi ne'corpi elastici le due contusioni gradatamente si restituisciono, torna in campo l'inerzia restia ad altre differenti mutazioni di stato, e nasce una nuova economia ne' successivi compartimenti della forza iniziale.

Non

Non è difficile a comprendersi, d'onde provenga l'inerzia, proprietà innata della materia, ed inseparabile dall'essere corporeo. Essa è una cosa medesima coll'impenetrabilità, ed in ordine a ciò un attributo soltanto passivo, che consiste nella ripugnanza a cangiare stato in proporzione della massa, e fa sì, che ogni corpo nell'acquistare, o perdere la forza eserciti una pari ritrosia. La solidità della materia ricusa assolutamente d'essere penetrata, ma non già di ricevere in se stessa dall'agente estraneo una qualche impressione: e per quanto l'azione sia molto picciolissima, tale sarà bensì la reazione, ma di necessità dovrà nascere l'effetto corrispondente. Per la qual cosa una massa ammette non senza contrasto un grado minimo di forza partecipata; perchè nell'atto medesimo alla causa operante lo toglie: sebbene l'opposizione è così sievolissima, che lascia vincerla da qual si sia infinitesimo impulso. In simil guisa si discorra intorno l'inerzia superata da qualunque effusione di forza viva, che ad ogni passo si comunica al corpo paziente, e l'obbliga a mutare stato, non ostante la naria ripugnanza; e si conchiuda, che l'impenetrabilità, e l'inerzia, le quali nelle assegnate proprietà del pari convengono, sono lo stesso stessissimo attributo inserito nella materia, che unito alla trina dimensione ne costituisce l'essenza, e che con due differenti vocaboli significanti una sola cosa si esprime.

La palla A dotata di forza viva urti nella B posta in quiete; egli è palese, che la prima non può proseguire il suo viaggio, se non penetra la seconda, o pure se non la caccia di luogo. La sfera B non consente d'essere penetrata, perchè non sarebbe un corpo: è bensì pronta a cedere al colpo; ma non può farlo, se non si muove con qualche celerità, e non acquista una porzione di quella forza, che risiedeva nella palla, che la perseguita. E questa come perderebbe in parte la sua forza, se non fosse inerte, ed impenetrabile? Anco le contusioni importano cangiamento di stato; perchè quando un solido muta figura, non persiste nella sua primiera costituzione. Ed in tanto nell'ammaccare si consuma forza, in quanto le particole, su cui cade la percossa, siccome impenetrabili a variar di sito sono costrette.

E perchè in ogn'incontro sta saldo l'assioma, che l'aggregato degli effetti ben misurati s'uguaglia alla somma delle cagioni, o sia nell'atto, che il movimento si trasferisce da massa a massa, o sia dopo terminata la comunicazione; s'inferisca, che l'impenetrabilità, e per conseguenza l'inerzia, non può in altro adoperarsi, fuorchè nel procurare una giusta distribuzione della forza primitiva, regolandosi il partimento sulla quantità della materia, la quale, siccome subbietto, la predetta virtù insita sostiene.

Appresso un qualsivoglia corpo, o che si muova, o che stia fermo, è sempre ugualmente impenetrabile; imperocchè questo attributo essenziale alle cose materiali non ammette accrescimento, o diminuzione, se non se in quanto può aumentarsi, o scemare la massa, che in ogni sua particella eguale è corredata d'una pari impenetrabilità. Ma similmente, conforme ho di sopra provato, una quantità data di materia è guarnita della stessissima inerzia, in qualunque circostanza si trovi, o di riposo, o di movimento, conservando in se medesima l'innata ripugnanza alla mutazione del proprio stato; dunque torna in campo l'illazione, che nelle stesse proprietà

elat;

esattamente convengono l'impenetrabilità, e l'inerzia; dunque non c'è motivo; per cui abbiano a distinguersi, e a separarsi.

VIII.

Dopo aver ragionato quanto basta intorno la ripugnanza a cangiare stato, mi faccio a considerare, in che consista, e da qual origine la reale mutazione provenga. Queste due particolarità affatto diverse non vogliono insieme confondersi. La materia in qualità d'impenetrabile, ed inerte, lungi dal promuovere qualsivisa mutazione, vi si oppone indefessamente. Il corpo varia di stato ogni qual volta è costretto a ricevere nel suo seno un grado di forza, che non aveva da prima, o a perderne una porzione, di cui era precedentemente fornito. Il cangiamento attuale di stato adunque cresce, o scema, conforme che alla massa viene impressa, o levata dagli agenti estrinseci una maggiore, o minore quantità di forza, e per conseguenza è proporzionale a totali forze o tolte, o impartite. Ma qual principio riconoscono esse, se non se le azioni delle forze morte, o vogliam dire i conati minimi, che al corpo paziente si vanno a gradi a gradi applicando? Dagli sforzi dunque elementari, che accompagnano le masse per i spazi inasfrugnabili, nascono le flussioni del mutamento di stato; ed il total mutamento, terminato il contrasto, si eguaglia alla somma delle azioni acceleranti, o delle reazioni ritardanti. Per la qual cosa vengono a festa gl' integrali

$$\int \cdot f ds = \frac{mv^2}{2}, \quad \int r ds = \frac{m \cdot c^2}{2} - \frac{mv^2}{2},$$

che misurano del pari e le forze,

che passano dall'una all'altra massa, ed i cangiamenti di stato, ai quali i corpi soggiacciono. A questo passo riflettasi, che nelle premesse formole, entrandoci indispensabilmente le masse, non ne vien esclusa l'inerzia.

L'estensione solida è restia al moto locale, al tremito delle parti, alle contusioni, allo spezzarsi, a separarsi in minute schegge, allo scioglimento dell'unione, ed a parecchie simili particolarità da me toccate nell'antecedente capitolo. Ognuno di questi effetti ha la sua scala a parte di forze sollecitanti, quantunque per lo più sconosciuta; mentre non se ne fa determinare, e costruire la curva locale appropriata. In ciascun corpo altresì risiede la solita ripugnanza a tali mutazioni, che lasciandosi vincere dagli iterati esterni impulsi, senza punto estinguerli, o debilitarli, è atta nata soltanto a compartire opportunamente le forze operatrici. Io per me giudico, che non diasi fisico cangiamento di stato, se il tutto, o le parti, o taluna d'esse non si trasferiscano da luogo a luogo; imperocchè non succedendo novità di sorta, rispettivamente alla sostituzione, in cui il corpo si ritrova, nè c'è causa agente, che si adoperi nell'introdurla, ne esercita il suo ufficio l'inerzia. Fa di mestieri star intesi alla diversità degli effetti, e specialmente alla quantità della massa o costante, o talvolta variabile, che si obbliga a mutare stato, ed al grado di mutazione, che le si partecipa.

Ne

Ne prendo un saggio dalle ammaccature. Qualora due palle vengono all'urto, e sul bel principio appena si toccano, l'alterazione della figura è quasi insensibile, e pochissime particelle cedono, e cambiano sito. In progresso poi, quando i segmenti sferici seguitano l'un contro l'altro a spianarsi, ovvero il convesso dell'uno nel concavo dell'altro s'interna; la forza, che vi s'impiega, cozza con una maggiore copia di materia, e si comunica ad un maggior numero di particole, che colle loro resistenze, di qualunque genere esser si possano, ci fanno contrasto. Dalla espressione generale $rdz = mudu$ non si trae costrutto; non perchè nel nostro caso non abbia luogo, ma perchè le variabili r , m dinotanti le resistenze, e le masse, ci sono talmente ignote, che non danno campo all'integrazione.

Aggiungo, che tenute ferme le masse, e le celerità delle predette due palle, se una di esse è più dura, e l'altra più molle si diversifica la partizione di quella forza costante, e nota, che in ambo le contusioni si spende. E la ragione si è, che sperimentandosi assai più facilità nell'ammaccare il globo cedente, l'azione in gran parte da quel lato si volta, e conseguentemente mettendosi in movimento una maggior quantità di massa, e con maggior velocità, si assorbe, per così dire, una maggior porzione della menzionata forza. Per ultimo sappiasi, che negli investigamenti dinamici fatti della inerzia pochissimo uso. Il principio viene piuttosto implicitamente assunto, che adoperato espressamente. Anno meglio amato i Meccanici di valersi della massa proporzionale all'inerzia, e le formole comuni superiormente da me addotte me ne rendono testimonianza.

CAPITOLO SETTIMO

Della durezza.

I.

LA durezza de' corpi è un fenomeno talmente oscuro, ch'ha superata la sagacità de' più accreditati Filosofi. Per metterlo in qualche buona veduta, non troveremo mai nè capo, nè via, se non si chiama in soccorso un metodo accurato, e rigoroso, che ci serva di scorta, e non ci lasci andar di traverso. Basterà, che ci appaghiamo di quel poco, che può sapersi, e ciò si ottiene tentando a tutto potere di scoprire alcune verità più palesi, che ad un intelletto attento non si nascondono. Vi è certamente durezza ne' composti, e si disputa, se ci sia durezza ne' primitivi elementi. Vuol dunque la retta ragione, che si proceda dal noto all'ignoto, e non al rovescio, e che prima d'ogni altra cosa alquant'incontrastabili principj, siccome basi de' nostri investigamenti, si stabiliscano.

II.

II.

Sia il primo, di cui siamo debitori al Cavalier Nevvton, che d'un ammassamento di corpicciuoli duri, e disgiunti può comporsi un fluido, che prontamente ceda dai lati, e che ad ogni minima forza, che vi s'impieghi, si metta in moto ed ondeggi: laddove d'una massa perfettamente fluida, e cotale si è la materia sottil del Cartesio, un corpo duro non può formarli. Un pò d'attenzione è sufficiente, senz'altra prova, a convincerci dell'evidenza del pronunciato, dal quale inferisco, che l'ultima analisi della materia, in quanto fisicamente divisibile, non va a terminare in una squisissima fluidità, e non discende per fino ai punti individui, ma soltanto perviene ai corpuscoli solidi, e di durezza forniti.

III.

Sia la seconda proposizione di pari certezza. Non si vuole confondere l'assoluto col relativo: massima, che trascurata, come pur troppo frequentemente intervien, vizia i nostri raziocinj, e di paralogismi gl'infetta. Ponghamci in guardia, e riflettiamo, che non si dà in Natura durezza, salvo che relativa; conciossiachè non ci ha misto, per quanto consistente si finga, che a qualche forza non ceda, e massime al vigore della percossa. I marmi sotto lo scalpello si scheggiano, i metalli col martello si domano, e per fino i diamanti gagliardamente battuti si spezzano, e dalle ruote si stritolano. La fermezza dunque è proporzionale a quel grado finito d'energia, di cui si fa uso per vincerla. Dobbiamo liberarci da un comunale pregiudizio, il quale ci porta a misurar le durezze col fallace criterio de'nostri sensi. Chi non sa, che un fanciullo non valevole a rompere un corpo, assai duro lo stima, e che tale non pare ad un uomo robusto, che ci spende poca fatica.

Parlando accuratamente, avrebbe a distinguersi la saldezza naturale, che ad un qualche misto compete, dalle accidentali resistenze, con cui, variate le circostanze, alla rottura si oppone. Benchè non si alteri nè punto, nè poco la coerenza delle particole componenti, ciò non ostante, la mole, la figura, e parecchie altre particolarità fanno sì, che riesca, o scemi la ripugnanza d'un corpo ad essere spezzato. Una trave, in cui il piano alla schiena sia in proporzione come il lato d'un quadrato al diametro, o come l'unità alla radice del binario, è della massima robustezza, ed il massimo peso sostiene. Ci saranno delle altre travi, che quantunque di porì, o di maggior mole, si sperimenteranno meno gagliarde. Basti questo tocco alla sfuggita; perchè l'internarmi in tali vicende, propriamente al mio soggetto non appartiene.

IV.

Propongo il terzo fondamentale principio, e giro per un altro verso il discorso. Quante volte compariscono in Fisica fenomeni similissimi a primo

mo aspetto, che inducono i Filosofi a crederli procreati o dalla stessa cagione, o almeno da cause tali, che si corrispondano con una strettissima analogia. Ma bene spesso a partito s'ingannano, delusi dall'apparente somiglianza; imperocchè molti, e diverli artifizj sovente mette in opera la Natura, in produrre effetti, ne quali è malagevol cosa il discernere la differenza. Ci vuole una scrupolosa attenzione, e sopra tutto giova venire ai confronti, ed esaminare distintamente le individuali particolarità. Ciò, che non si scorge in una occhiata passeggiera, si ravvisa talora aguzzando ben bene la vista, e contemplando da tutti i lati i composti: lo che non si conseguisce, se non se in parte, ed imperfettamente, aggiungendo esperimenti ad esperimenti, e conseguenze a conseguenze. Questo canone di metodo ci renderà alle occasioni più circospetti; onde in qualche errore massiccio non si precipiti.

La fermezza, la rigidità, la coerenza, e che so io, sono tutte nozioni equivocate, le quali non ci mettono anzi gli occhi dell'intelletto concepimenti chiari, e distinti. Non ci ha corpo duro, e solido, che alterate le circostanze, senza punto mutar di natura, non si trasformi in pieghevole, in fusibile, e tal fiata in liquido. Non occorre perder di mira questi cambiamenti, che tutto di ci si affacciano, dai quali siamo ammoniti, essere la durezza un fenomeno compreso sotto un solo vocabolo, ma non sotto una sola idea, ed un effetto ambiguo, che deriva da cagioni onninamente disparate.

Per la qual cosa investigando noi la natura, e le proprietà della durezza, non si creda di poter soddisfare a tutte le fisiche apparenze con una sola spiegazione. Ogni Capo di Setta ha fatto pompa della sua particolare sentenza, e si è ingegnato a tutto costo di difender la propria, e d'impugnare le altrui. Non nego già, che tal una d'esse in molti casi non venga ad uso, ma generalmente non mai. E per ciò non bisogna formarli un'ipotesi, che a tutte le altre dia l'esclusione; conciossiachè alla Natura, per rassodare le masse, differenti meccanismi non mancano. Quando dunque si piglia ad esaminar la coerenza d'un dato corpo, non s'abbia in vista un sistema universale, che a tutti i solidi del pari convegna, e sappiasi, che negl'incontri particolari altrettanti problemi si prendono a sciogliere. Ci saranno de' principj più, o meno comuni, che a parecchi casi si adattano, ma ora uno, ed ora l'altro, e bene spesso misti, e confusi, e di più elementi composti: laonde il distinguerli partitamente, ed attribuire a ciascuno d'essi il loro singolare ufficio, è una quasi impossibile impresa.

V.

Diamo una ripassata sopra i varj generi delle durezza. Di fibre in fibre in mille maniere intralciate si compongono i legni, e di fili strettamente attorcigliati le funi. Il legno verde facilmente si piega, e difficilmente si scavezza; nel secco succede tutto all'opposto: così un poco di umido, che spalma le fibre, induce una differente indole di fermezza. E' vecchia quasi a pari degli uomini la quistione, per qual causa il calore del

Tom. II. Opere Ricc.

Oo

Sole,

Sole, o del fuoco squagli il burro, e la cera, ed induri il loto, e la creta molle. Certe materie durissime, e fragili, come il vetro, e le gemme, quando un pezzo dall'altro si spicca, ci presentano due superficie talmente lisce, e spianate, che non si fa capire qualmente potessero forte connetterfi. Sembra dunque, che due piani, i quali esattamente si combagiano, alla saldezza contribuiscano: e ne abbiain la prova in un pajo di lastre di marmo, o di vetro ottimamente pulite, e leggermente bagnate, che sopraposte a fatica si staccano.

I metalli, che costipati s'indurano, e che san mostra di tanto fodi, e massicci, dall'acque chimiche appropriate in minutissime particelle si sciolgono, e dal fuoco gagliardo si fondono. Al contrario i marmi, ed i sassi si spezzano in piccole schegge, che nell'asprezza delle superficie ci danno indizio del loro naturale attaccamento. Questi esposti a violento fuoco, giusto la diversa pasta, di cui sono stati composti, parte si calcinano, e parte si vetrificano. I sali dal fuoco stesso si squagliano, e dall'acqua prontamente si liquefanno, ed ivi sospesi, e divisi in atomi vanno nuotando. Le gomme indurate non cedono, se non se a mestruj più spiritosi, ed in oltre ci sono de' misti poco consistenti, che dai fluidi, e per fino dall'aere si macerano, e si corrompono. E qui si noti, che la fermezza con molte proprietà d'indole affatto differente si accoppia. Alcuni corpi nel tempo stesso sono oltre modo duri, ma fragili come i diamanti; altri friabili, che facilmente si sfarinano, come i sali. Quanti diversi generi poi di adesioni ci si parano innanzi ne' legni, ne' marmi, e ne' metalli! Basta dare un'occhiata alla ruvidezza delle superficie a forza disgiunte, per accertarsi de' varj modi, con cui le fibre prima della rottura erano mutuamente involuppate.

VI,

Che diremo di quella sorta di liquidi, che mescolati insieme in masse solide si trasformano? Riffuggirei all'Arte Chimica, che me ne porge alquanti curiosi esempi, se la Natura non me ne desse un saggio nella maravigliosa formazione del ghiaccio. I Fisici anno osservato, ch'ella si comporta a guisa d'una perita tessitrice. Raccomanda in prima l'orditura a qualche cosa di sodo, cioè alle sponde de' fiumi, e del mare, o agli orli d'un vase, e ne stende gli stami per lungo, e poi colla trama di traverso gli riempie, onde si lavori una tenuissima tela. Quindi prosegue l'operazione, aggiungendo in profondità filo a filo, e strato a strato fin a tanto che, dove penetra il freddo colla sua forza, la massa trasparente s'induri a similitudine di cristallo. Il diaccio è specificamente più leggiero dell'acqua, e siccome tale in essa galleggia. Ma nella macchina Boileana cala a fondo, ed il fluido acquoso si gela a guisa di strabetto, ed in una mole consistente non si rassoda.

C'è un altro strano fenomeno notato da Olao Borrichio, viene a dire, che l'acqua marina nell'atto di rappigliarsi deposita tutto il suo sale. Un mio dotto amico si è presa la cura di replicarne l'esperienza in Vinga, ed esposti all'aria notturna, e rigidissima due catini eguali, uno pie-

no d'acqua falsa, e l'altro di dolce; trovò questa dopo poche ore interamente agghiacciata: non così l'altra, che non tutta, e soltanto nella parte superiore si congelò, restandone nel fondo del vase una qualche porzione, che fluida si mantenne, ma tanto acre, e piena di materia salina, che la lingua non ne soffriva le punture. Sciolto poscia il pezzo indurito, l'acqua si fe sentire insipida al gusto, e del suo sale onninamente spogliata. Quindi è notabile, qualmente i sali applicati al di fuori, e che stanno intorno al vaso, in cui si contiene il liquore, ne promovono il congelamento: laddove lo impediscono qualunque fiata il fluido se ne trova imbevuto, e perchè nasca l'effetto, egli è necessario, che il sale si separi. Dopo le addotte particolarità, crediam noi d'aver tanto alle mani per isvelare il recondito magistero, con cui la Natura lega strettamente insieme le particole acquose, ed aeree, onde acquistino coesione, e rigidità?

VII.

Poco dissomigliante industria viene usata dalla Natura nel rappigliare per mezzo della gelata i liquori più spiritosi. Questi s'agghiacciano tutto all'intorno in una foda crosta, e durante la congelazione, il succo più attivo, che fluido si conserva, dall'altro si sprema, e si separa, e nell'interno in piccola quantità si concentra, e raccoglie. Il diaccio liquefatto è oltre modo scelpito, e perde in gran parte il nativo gusto, ed anco l'odore, e la tinta. All'incerto la porzione, che persevera sciolta, ed intorno al centro si aduna, acquista qualità, e vigoria, ed in uno spirito forte, e penetrante si cangia: laonde per rimettere la pristina bevanda, basti a squagliare la crosta gelata, ed a mescerla, ed incorporarla col prefato vigoroso liquore. Così ammoniti dal bisogno, e dall'esperienza fecero gli Olandesi, quando stretti a svernare nella nuova Zembla, si videro convertita in ghiaccio l'acquavite unico loro ristoro in quel freddissimo, ed insoffribile clima.

A me di vedere un similissimo effetto è toccato in sorta. Nel verno dell'anno 1709, in cui venne a Vinegia il Re di Danimarca, si fe sentire fuori del consueto un acutissimo freddo. Aveva io alquanti fiaschi di vino puro, e di ottima qualità. Non mi andò fatto di preservarli dal gelicidio, ed i vetri in minuti frammenti si ruppero. Mi restò dunque in mano il liquor rassodato sotto la figura del fiasco. Mi avvisai di spezzare colla manaja la dura scorza, e mi accorsi, che il luogo di mezzo era occupato da una materia fluida, alquanto più densa, e più colorita, che non cedeva la nona, o la decima parte di tutto il vino. S'io dicessi, che una tal quint'essenza espressa dal freddo, ed immune dall'empireuma igneo, che inferta le comuni manipolazioni, è un liquore a nullo altro secondo, dotato d'un sapore, e d'una fragranza tale, che non so d'aver assaggiato il migliore; non dirci forse troppo. Dio faccia, che una fiata, o l'altra la moderna delicatezza non lo procuri ad accrescere il lusso, ed il dispendio delle mense mobili.

VIII.

Messa per poco la Natura da canto, mi rivolgo alle Arti, e confidero con qual industria si adoperino, per congiungere insieme i pezzi della stessa, o di differente materia; onde di più corpi un corpo solo si faccia. Ci porge un grand' aiuto la fusione, per mezzo di cui i metalli estratti dalle viscere della Terra, ed in minute particelle divisi, prima si purgano, indi colla violenza del fuoco in masse riduconsi, e finalmente si dà ad essi la forma, che più ci aggrada. Con pari artificio si cava il vetro dai sassi, e fin a tanto che l'agent' esterno tiene disgiunte le particole componenti, e le agita, e le sconvolge, per guisa che unirsi non possano; i menzionati corpi an s'indurino, e perchè s'indurino, basta, che cessi l'azione. Pare dunque, che la fermezza dipenda in parte dalla quiete, e dalla costipazione accresciuta: ma ci vorrà quel non so che di più, per cui una particola alle contigue fortemente si attacca.

Sebbene fa d'uopo guardarsi da un equivoco. Si prova dello stento in rompere un corpo duro, massiccio, ma la cosa non va così ne' minimi componenti, l'adesione de' quali è così debole, che da ogni picciolissima forza vien superata. Un tocco, un soffio gli stacca, altrove li trasporta, e quì, e là li disperge. In tal guisa le monete frequentemente maneggiate scarseggiano, e gli anelli d'oro portati in dito insensibilmente si logorano. C'è in Roma una grande statua di bronzo rappresentante S. Pietro, il cui piede è quasi consunto dagl'iterati baci impressi dalla turba innumerabile de' devoti. Chi potesse ridurli al calcolo, e sapere, quanto sia menomissima oltre ogni credere la porzioncella, che ad ogni accostamento del labbro si deliba, e benchè non vada in nulla, si dilegua, e si perde; verrebbe a conoscere l'immaginabile divisibilità della materia, e nello stesso tempo a comprendere, quanto poco ci voglia a disgiungere l'una dall'altra le particciuole elementari, e quanto sia inassegnabile la loro coerenza.

IX.

Non deggion porfi in cale i varj generi di cementi, e delle colle, per cui un solido all'altro quasi indissolubilmente si appicca. Le saldature uscono i metalli, e consistono in un po' di metallo disciolto (il rame è il migliore, ed il più tenevole) che si mette infra due, e li rarefa, e vi s'infina, indi raffreddandosi s'indura, e li conglutina. Per connettere due bastoni di ferro, conviene infocarli, onde diventino una pasta alquanto molle, e cedente. Sovrapposti si battono a colpi di martello, e si domano, per modo che le fibre s'intralciano, s'intricano, ed insieme strettamente si abbracciano. Rimesse poi dal freddo nel loro stato naturale con gran difficoltà si divellono.

I legni, ed i marmi richiedono per congiungersi differenti spezie di glutini. Ma prima fa di mestieri preparare le colle composte di materie tenaci, e viscose, le quali in molte maniere, o sciogliendole al fuoco, e tal

vol-

volta coll'acqua mescendole, e ben bene maneggiandole, come quella di formaggio usata dai Legnajuoli, s'inteneriscono, e si rendono poco meno che liquide. Unte a dovere le due superficie a bello studio intaccate, e fatte scabre, insieme si adattano, e sorte col torchio, o con qualche ordigno equivalente si stringono, e l'una contro l'altra si premono; per guisa che la materia molle, e bene spesso bollente riempia le piccole cavità, e penetri eziandio ne' pori de' corpi, che quanto sono più rari, tanto meglio si avvitichiano. Si lascia poi, che col tempo insensibilmente svanisca l'umidità contenuta nel glutine, il quale appoco appoco acquista maggior fermezza, e tiene saldo di sorta, che i legni si fiaccano sovente in tutt'altro sito, fuorchè in quello, dove sono stati tenacemente incollati.

X.

Dirò alquante parole intorno il cemento, che nelle fabbriche comunemente si adopera. Chi si farebbe avvisato, che per argere una vasta mole, è massiccia, formata di migliaie di pezzi, prima staccati, e poscia sì fattamente connessi, e conglutinati, che non cedono all'impeto de' turbini, ed alle scosse de' tremuoti; s'avesse a scerre una spezie di sassi atti a calcinarsi nelle fornaci, i quali cotti a dovere, se d'acqua abbondantemente s'inzuppano, questa penetrandoli bolle a ricorso, ed unita alla sostanza del fuoco, che si sprigiona, ed alle particole più sottili della calcina, esala in un fumo denso, e corrosivo, che da per tutto all'intorno si spande. Cessato il tumulto, rimane nella buca una polta bianca alquanto teggente, e caustica, che raffreddata alle occorrenze si riserva. E quando se ne vuol far uso, conviene di bel nuovo bagnarla con acqua in copia, e ben bene con fabbrica macra mescerla, ed incorporarla. Così l'intriso da noi chiamato malta artificiosamente s'appresta.

A chi siamo debitori di tal antica invenzione non rendo conto: so bene, che se per avventura si perdesse, siccome di tant'altre vecchie ritrovate, è successo; non sarebbe tanto facile il richiamarla dall'obblivione; imperocchè troppo ci vuole per iscoprirla, conforme suol dirsi *a priori*, e converrebbe raccomandarsi al caso, piuttosto che al raziocinio. Ora l'intriso tiene quanto basta congiunti i mattoni prima tuffati nell'acqua, le pietre vive, i macigni, ed anco i sassi rotondi, e fluitati, fin a tanto che si va alzando la struttura, quantunque esso tenero, e fluibile per molto tempo si mantenga. Col dilatarsi poi appoco appoco dell'umido, che ha servito ad impastarlo, si rassoda a consistenza di marmo, onde agli scalpelli resiste, e tanto più s'indura, quanto più lentamente si asciuga, quanto un maggior peso vi si addossa, e quanto è più vecchio l'edifizio.

Un simil lavoro si mette in opera dalla Natura in quella sorta di corpi, i quali erano certamente fluidi nella loro primiera origine, e che col progresso de' secoli, svaporando insensibilmente l'umidità, che li teneva sciolti, e slegati, si spogliano a gradi della mollezze, ed acquistano una straordinaria fermezza. Tra questi annovero i Cristalli montani, le gemme, e le varie spezie di marmi: e ne abbiain un sicuro indizio, dal vede-

re

*in forma di proporzioni
ma non con giustizia*

re nel loro interno racchiuse, e convertite in petrine le foglie, l'erbe; e perfino gl' insetti, e le chiocciolate terrestri, e marine. Que' marmi finissimi di Sicilia, che lumachiglie si appellano, sono impastati di lumache di mare da un tenace cemento insieme conglutinate, che ne riempie i vani, e forma una massa durissima di parti eterogenee composta.

CAPITOLO OTTAVO

Esame delle sentenze de' Fisici intorno la durezza.

I.

Non verrei mai a termine dell'inchiesta, se volessi spaziar per tutti i generi delle differenti durezza, ed indagare partitamente, in quante fogge si diversificano, e qualmente si mescano gli eventi, da cui sono accompagnate, o prodotte. Dimando intanto, se gli effetti tutti di passaggio toccati, con altri, che per istrada ci si presenteranno, e con moltissimi, che alla scarsa cognizione saranno senza fallo sfuggiti, da una sola cattolica ipotesi abbracciare si possano? Penso, che non s'abbia a tergiversare sulla risposta, e che i Fisici verranno con meco in opinione, che bisogna moltiplicare le cause a norma della varietà dei fenomeni.

Per la qual cosa non si vuol trasandare ciò, che i nostri più riputati Maestri dopo lunghe meditazioni ci anno insegnato; conciossiachè, sebbene non avranno totalmente esaurito l'oltre modo esteso subbietto, nè sempre afferrata la verità; non resterà però, che qualche bello, e buono divisamento non sia loro uscito dalla penna, e che non abbian luogo, almeno in certi casi particolari, le differenti sentenze, che forse intanto sono mancanti, in quanto se n'è fatta una troppo generale applicazione.

II.

Mi si conceda, ch'io non m'inviluppi in certe metafisiche supposizioni, intorno l'esistenza delle quali i Filosofi non van d'accordo, ed io confesso ingenuamente di non intendere verbo. Esse si lavorano a fior d'astrazioni della nostra mente, e dopo un lungo giro di aridi concetti vanno finalmente a terminare in una misteriosa parola affatto vuota di senso. Non c'è cosa più facile, quanto lo spiegar la durezza colle monadi del Leibnizio, in cui tutti i sintomi fisici stanno, per dir così, concentrati, ma solamente in potenza. Queste unità di Natura non sono nè dure, nè fluide, non estese, non mobili, o che so io, e pure in esso loro an gittate profonde radici, e pullulano secondo le occasioni la durezza, la fluidità, l'estensione, ed il movimento. Quindi andando dietro a sì fatte fantasie, poco ci vuole

vuole a fare il gran salto, ed innestare nelle monadi, che certamente non fanno d'essere, i forcoli delle coscienze, e secondarle coi semi, dai quali germogliano le intime affezioni delle nostre anime. Appresso nè punto, nè poco mi appagano le Nevvtoniane attrazioni, che si fingono arie giusto le occorrenze ora a tirare, ed ora respingere. Non capisco lo perchè, quando l'acqua in ghiaccio si converte, un po' d'aere, che parte scappa fuori, e parte nell'interno si rarefa, operi in maniera, che all'improvviso si muti scena, e la forza repellente in attraente si cangi, conforme richiede una massa fluida, che in solida si trasforma.

Per dire il vero cotali ipotesi mi riescon sospette, se non se per altro, perchè in due parole, e con pochissima indagine si rende ragione di tutto ciò, che concerne la varia coerenza delle particole, che i misti naturali compongono. Per me penso essere questo un giuoco di studiate espressioni, che sostanzialmente nulla significano; imperciocchè altre chiavi ci vogliono, per aprire le porte della Natura, e per entrare ne' suoi più cupi nascondigli. Mi appagherò dunque ad esaminare soltanto le più famose, e divulgate opinioni, che ai principj meccanici si appoggiano; conciossiachè se non ci verrà fatto di mettere in chiaro ad uno ad uno gli artifizj reconditi della Natura, almeno non ci sarà disdetto di scoprire qualche cosa, e di spargere sulla materia un qualche lieve barlume, che ad illustrarla cominci, lasciando la briga a' nostri Posterì di darle l'ultima mano, se mai a tanto potranno giugnere.

III.

Venga prima d'ogni altro in campo Renato Cartesio colla sua quiete. Siccome costui al moto intestino, e perenne delle particelle componenti, cagionato dalla verrigine della materia sottrile, attribuisce la fluidità; così per lo contrario pare, che al riposo d'esse un'accosto l'altra deggia ascrivere la fermezza. In fatti questo è un requisito, senza cui non si fa capire, qualmente la durezza possa sussistere; attesochè l'agitazione interna, atta a tenere le parti staccate, mal si accorda colla solidità. Qualunque volta in tempo di freddo acuto scema la forza dell'etere, si minora di conseguenza, o si toglie affatto il moto delle particole più grosse, che in esso nuotano; e perciò i fluidi gelano, e molti, come l'acqua, s'indurano; e non si scorge, che ci sia bisogno d'altro glutine, che della sola quiete; giacchè la gelata nella semplice privazione del movimento consiste.

In questo mentre il P. Malebranche, a cui rimando il Lettore, nella sua grand'Opera della Ricerca della verità, benchè Cartesiano, impugna gagliardamente il parere del suo Maestro, e professa, che la quiete da se sola non è bastante a mantener l'adesione. Un granello d'arena agevolmente dai contigui si separa, e lo stesso dicasi delle polveri macinate, e d'un cumulo di minuti corpicciuoli, i quali tanto sono più sdruciolevoli, quanto più lisci, e di figura, che più si avvicina alla sferica. Sembra pertanto, che ci si richieda un non so che di vantaggio, per cui si avvalorì l'unione degli elementi in riposo costituiti.

IV.

IV.

S'io volessi assumere la difesa del Cartesio, ripiglierei, ch'essendo la durezza una proprietà non assoluta, ma relativa, come nell'antecedente capitolo ho insinuato; accade bene spesso, che mutate le circostanze, intorno d'essa si formino differenti giudizi, e tal fiata direttamente contrarj. Posi sopra un piano una mole smisurata, che da forza umana non possa muoversi, e saremo portati ad opinare, che attaccata forte al terreno, che le serve semplicemente di base, e con cui non ha connessione, formi ciò non ostante con esso una sola, e durissima massa. A quegli entomi invisibili all'occhio, tutto che munito d'un finissimo microscopio, i quali an sortito per mondo un molto menomissimo spazietto, appariscono i granelli di sabbia siccome montagne immobili, ed insieme concatenate. In tal guisa vadasi divisando, e si conchiuda, che non conviene misurar la Natura col criterio de' nostri sensi, e che colla fermezza spesse fiate equivoca un semplice cominciamento.

Per la qual cosa non farei affatto alieno dall'asserire, che sovente la quiete Cartesiana al relativo induramento contribuisce, e massime, se le particole sono disposte in maniera, che alquante non possan muoversi, e disgiungersi dalle vicine, senza che tirino in consenso un buon numero delle più lontane. In tal caso l'inerzia, o sia la renitenza alla mutazione di stato, che nella materia risiede, i gradi di forza viva, che ad una moltitudine di particelle nel tempo stesso s'imprimono, ed i fregamenti, che vi si accoppiano, fan sì, che si senta una notevole resistenza nel separare, e nel trasferire da luogo a luogo quegli elementi, che da altra colla non sono insieme legati, salvo, che da un mutuo contatto.

E vaglia il vero, i corpi tanto più, o meno fermi si reputano, quanto maggiore, o minore fatica si dura nello sciogliere le lor tessiture, e nulla rileva, da qual causa ciò proceda, quando specialmente s'ignora l'artificio, con cui dalla Natura sono stati commessi. Nelle masse staccate, e sottoposte alla giurisdizione de' sensi, nelle quali non si ravvisa coesione di sorta, non si prende inganno, e la loro ritrosia al movimento, e alla disunione ai resti allegati motivi senza esitazione si attribuisce. Ma dove non arriva la vista, ed il tatto, è facile ad equivocare, quasi che ne corpicciuoli minimi non possa proporzionatamente aver luogo un simile magistero, che ne' più grandi palesticamente ci si presenta.

V.

Il lodato P. Malebranche, ripudiata la quiete del Cartesio, per ispiegare generalmente, in che la durezza consista, ricorre alle pressioni de' fluidi, ed in ispezie alla forza sterminata della materia fortile. Non basta, che i corpuscoli immediatamente si tocchino; fa di mestieri, che da un agente estrinseco gli uni contro gli altri vigorosamente si premiano; laonde per istaccarli abbiasi a vincere l'energia del fluido, che insieme forte gli strin-

stringe, ed unisce. Quanto sono più lisce, e più estese le superficie, che si combaciano: tanto è più possente l'azione, e tanto più tenace la saldezza: la quale ricsce per un altro titolo, cioè quanto manco fra atomo, ed atomo la menzionata materia sottile s'infinua.

L'etere, che col veicolo della luce è una cosa medesima, certamente dal presente Universo non vuole escludersi, per surrogarci lo spazio vuoto, ed ozioso de' Nevvtoniani. Egli è fuor d'ogni dubbio il grand'organo della Natura. Se poi, oltre gli stupendi effetti, che ne derivano, contribuisce altresì alla fermezza de' corpi; l'ipotesi mi pare così ragionevole, che non possa essere convinta di falso, e che da un Fisico discreto meriti d'essere adottata, almanco in figura d'un postulato. Il punto sta, che ad ogni genere di durezza ~~rispettivamente non debbe~~, conforme si è diviso, applicarsi. In ordine a ciò faremo sempre all'oscuro, a quali effetti particolari, ed in quali circostanze ci sia concesso adattarla.

VI.

Su tale incertezza gioverà appigliarci ai fluidi meglio conosciuti, ed a noi, per dir così, familiari, su i quali non c'è disdetto d'istituire gli esperimenti. Nuotano i pesci nell'acqua, e nell'aere gli altri viventi. Abbiamo aria al di fuori, che preme, ed aria al di dentro, che sfianca: e l'esteriore coll'interna talmente si equilibra, che mantiene le membra in quel grado di consistenza, che meglio a noi si conface. Turbata l'economia, che consiste in un bilanciamento piuttosto di moto, che di quiete, gli animali non reggono, e posti nella macchina del Boile, coll'estenuarsi dell'aere si gonfiano, e muojono. Quindi si rende ragione d'un fenomeno, che succede ne' cadaveri degli annegati. Questi da principio vanno a fondo; e dopo qualche tempo galleggiano, e l'effetto all'aere ne' corpi morti racchiuso si ascrive; conciossiachè perdendo le fibre nell'atto del corrompersi la lor nativa rigidità, e quella virtù elastica, per cui lo tenevano collapato, si dilata esso notabilmente, e gonfiando, i corpi, dai quali non trova l'uscita, li rende più leggieri in ispezie del fluido, in cui stavano immersi.

Della efficacissima, ed appena credibil energia dell'aria, nel congiungere, e stringere insieme i solidi, dal suo peso, e dalla sua elasticità proveniente, ne abbiamo un esempio ne' vasti globi di rame al di dentro vuoti del celebre Ottone Guerichio Console di Magdeburgo. Metteva egli al mutuo contatto due emisferi uguali esattamente combaciantisi, per modo che otturati con diligenza tutt'i pertuggi, venisse vietato all'aria l'ingresso. Quindi cogli ordigni appropriati estratto l'aere interno, e ridotto ad una tenuissima rarità, esperimentò, che l'esterno con tal vigoria premeva l'una contro l'altra le due semi-sfere, che per istaccarle, ci voleva una sterminata violenza, e non erano alle volte sufficienti le forze di alquanti cavalli con direzioni contrarie applicati. Veggasi il Gesuita Gasparre Scoto, che nella sua Tecnica curiosa ci dà un'accurata descrizione di tali ammirande sperienze. Egli è dunque indubitato, che dalla pressione de' fluidi nasce fre-

148
quentemente l'adesione, e la fermezza de' corpi di maggior, o minor durezza forniti.

VII.

Il celebre Signor Giovanni Bernoulli propone una spezie di paradoxo, che i fluidi, senza punto cangiar di natura, concorrono tal fiata a produrre la durezza, e talora ad accrescerla. Cotali effetti a prima vista sembrano strani, e pure sono palesi, e comuni: Ma per lo più non ci si bada, e non se ne cavano le conseguenze. Abbiassi un pallone assaiissimo tronfo, che appena ceda ad una robustissima compressione. Chi non sapesse altronde, che l'aria violentemente compressa fa tutto il giuoco, e non avesse anzi gli occhi, salvo alla sua consistenza; farebbe portato ad annoverarlo tra i solidi: euri, ed elastici, ed a parlo del pari colle palle d'acciajo, e di avorio.

Appresso nel globo d'argento, che gli Accademici Fiorentini riempivano d'acqua, e chiudevano esattamente con una vite, assai minor effetto faceano i colpi del martello nell'ammaccarlo pieno, che vuoto. E la ragione si è, perchè il fluido rinferrato, che non pativa d'essere sensibilmente condensato, e piuttosto trapelava a guisa di sudore per i pori del metallo, col sostenere in parte l'impeto delle percosse, aumentava di gran lunga la resistenza della corteccia d'argento, e la rendeva più calda, e più renitente a soffrire le contusioni.

Non sono lontano dal credere, che di simili artifizi, ed anche de' più reconditi la sagace Natura alle occorrenze si vaglia. A buon conto nel nitro l'aere si ravvisa oltre modo costringato; e chi sa, che la durezza di questo sale massimamente raffinato, come suol dirsi, a marmo in qualche guisa non derivi dall'addotta cagione. La Natura ci nasconde i suoi lavori, e li va perfezionando a tempo, e con segretezza; aitalchè si giuoca ad indovinare, qualunque volta si presume di accertare, di qual meccanismo ne' casi particolari si disponga a far uso. Si contenti dunque un Fisico giudizioso di acquistare una qualche imperfetta contezza delle varie maniere, con cui può operare la gran Maestra; ma non si arrischi di decidere, qualmente di fatto in molti incontri ella operi.

VIII.

Epicuro fa valere l'asprezza, e gli uncini de' suoi atomi. Ma qui ci si para innanzi una difficoltà, ch'essendo i primi elementi di sua natura solidi, ed infrangibili, se l'uno all'altro per sorta si appicca, e due uncineti scambievolmente si abbracciano; egli è impossibile, che senza spezzarsi si disgiungano, almanco stirandoli per una spezial direzione, quando ciò non si ottenesse per via di scosse, e di contrattempi. Ed ecco, che senz'avvedermene sono poggiato a' principi originali, e che la durezza relativa mi si è cangiata in mano, e convertita in assoluta, giusto il parere degli Atomisti. Di ciò ragionerò nel seguente capitolo: intanto mi trattengo su quelle parti-

tirole minutissime bensì, ma lontane per lungo tratto dalle primigence, e che ne' prodotti fisici fanno figura di elementari; attesochè mi sembra ragionevole, che la Natura nelle sue ordinarie operazioni non discenda sino all'ultima analisi della materia. Se queste, siccome scabre, e di asperità irregolare guarnite, s'insinuano l'una nell'altra, e mutuamente s'involuppano, e si scavalcano: se in qualità di flessibili a guisa di tela si ordiscono, e si tessono: se fortemente l'una contro l'altra si serrano, e per così dire s'incuneano; egli è manifesto, che ricresce la resistenza, e che ci vuole uno sforzo grande ad isbarbicarle. E tanto più la fatica si aumenta, quanto è maggiore la copia delle fibre, che sostengono l'azione, e nel tempo medesimo o si stimolano, o si divellono.

Non si metta per tanto in non calere la sentenza degli Epicurei; conciossiachè ne' legni, e specialmente nelle radici, e ne' gruppi, il mentovato intralciamento di stami ad occhio nudo, e molto meglio col microscopio apertamente si discerne. Assaiissimo contribuisce alla fermezza la ruvidità, la costipazione, ed il fregamento. Fra varj esempi, che addurre si potrebbero, vaglia per tutti quel delle funi, i cui filamenti stretti stretti, e in linee spirali contorti alla strappata gagliardamente si oppongono.

Aggiungasi la tenacità, per cui si legano insieme, e si avviticchiano le particole de' composti. Ci sono certi semi-fluidi tegnenti, e viscosi, come il mele, i quali versati da vasi speditamente non iscorrono, ma colano lenti, e per così dire si filano. Nell'atto del discendere la vena si va sempre più affottigliando, e si riduce a tal tenuità, che finalmente il filo si rompe, quando cioè il peso supera la viscosità.

IX.

Non abbiain sempre a rifuggire all'avviticchiamento delle fibrille; perchè già si è detto, che ad altre cause, e specialmente alle pressioni, vuole in parecchi incontri ascriverli la consistenza. A questo passo non si debbe omettere un'avvertenza, ed è, che i corpi in tutte le loro parti non s'opponn forniti di pari fermezza; imperciocchè le più grosse rispetto le più minute, o pure al rovescio, ponno crescere, e scemare di durezza, secondo che la Natura le raccozza nel produrre, e nel consolidare i misti, i quali non già della stessa pasta, ma di pezzetti dissimiglianti sono composti.

Se la diversità sta nelle particole minime, ed indivisibili, come in quelle del bronzo, ch'è un ammassamento di rame, e di stagno, chi non avesse contezza del modo, con cui si forma, per poco il reputerebbe un metallo omogeneo, conforme dell'argento, e dell'oro popolarmente si giudica. All'opposto, quando le parti più grosse al senso non si nascondono; di tal verità dalla pratica siamo ammoniti: atteso che frequentemente intervengono, che un medesimo corpo ci dia indizio d'essere impastato di pezzi eterogenei insieme connessi; perchè più resiste in un sito, che nell'altro, e meno per lungo, che per traverso. I Legnajuoili ammaestrati dall'uso fanno, che un'asse si divide agevolmente per lunghezza, e con più sesto per

300
larghezza. E fanno altresì dietro qual andamento di vene abbiano a condurre la pialla; onde meglio i legni si spianino, e si poliscano.

X.

Spesse fiate bisogna por mente agli Artefici, i quali intorno le durezze de' corpi da loro tutto di maneggiati anno una più accertata notizia, e ne desumono i segni da certe minute particolarità, di cui la lunga esperienza gli ha resi avvertiti; laonde per superare gl'intoppi ad ingegnosiissimi partiti si sono appigliati. E' una maraviglia, quanti stromenti a prò delle Arti siano stati inventati, e massimamente per vincere la coerenza de' solidi, cioè e lime, e seghe, e scalpelli, e succhi, e trapani, e cunei, e che so io. Ma non ognuno d'eisi è atto ad insinuarsi in qualunque materia, e a superarne l'adesione. Per ciò nel bucare i metalli, ed i marmi si adopera il trapano, e per trivellare i legni il succhiello. Tutti ai divisati fini si diriggon con doppia maestria, viene a dire, e si fanno lavorare per lungo tempo contro una picciola quantità di particelle, che dalle contigue a poco a poco si staccano, e si rendono più attivi coll'adattarci una qualche potenza meccanica, da cui restano avvalorati.

XI.

Ma che: non fa forse la Natura di Meccanica? Il suo sommo Facitore nel provvedere le officine di costei d' innumerabili ordigni vivi, i quali da se stessi crescono, e guasti si risarciscono, ha prevenuta, e si è lasciata addietro per un tratto incomprendibile l'umana sagacità. Oltre che ha ella in sua balia un vasto apparato di forze morte, e vive, e di continuamente applicate, delle quali ne' suoi giornalieri lavori opportunamente si serve.

Alle volte pare, che ottenga un massimo effetto con picciolissimi sforzi. Lo smembrare in due tocchi una grossa pietra, non si fa da Noi, senza impiegarci un grandissimo dispendio di fatica. Non per tanto,

Marmora Messalae findit Caprificus.

Se questo arbutto caccia profondamente le sue sottili, e tenere radici in qualche vena del marmo; il sugo nutricante, che circola per i tenuissimi canali della pianta, a tal crassizie insensibilmente le riduce, che superate coll'andare del tempo le resistenze, finalmente la pietra viva si spezza. Non ci sia chi deluso da tal falsa apparenza s'immagini di mettere una eccezione all'irrefragabile assioma, che stabilisce la perfetta egualità tra la causa piena, e l'effetto intero. Convien dire in molti casi, e specialmente nell'addotto, o che la cagione è più efficace di quello, che appaja a primo aspetto, o che l'effetto è più debile. Io ne rimetto ai Lettori la decisione.

In questo mentre la Natura non è guari prodiga delle sue dovizie, e nell'operare ci spende quanto basta di azione, e nulla di soverchio: laddove gli uomini ignari delle giuste misure, ci consumano de' conati soprabbondanti, i quali, oltre il conseguire il fine principale, in altri effetti non procurati inutilmente si perdono. Conchiudo per tanto, che siccome i nifi successivamente applicati sciolgono l'orditura de' corpi, e vincono qualunque durezza; così essi agenti in senso contrario, sono capaci di restituirla; stringendo, e costipando le particole, che formano i misti. Si osserva, che le radici degli arbori sono più salde, e più teggenti dei rami, e del tronco, quantunque dallo stesso succo, che va in giro riconoscono il loro alimento, e la loro aumentazione. Ma dovendosi le prime aprire stentatamente la strada per una terra soda, e tenace; ne segue, che a un maggior addensamento soggiacciono, e conseguentemente acquistano una maggior fermezza.

CAPITOLO NONO

Della natura, e della consistenza de' primordiali elementi.

I.

E' Tempo ormai di discendere per la scala della divisione de' corpi, e pervenire sino a quelle primitive particole, nelle quali si ferma l'ultima analisi della materia, non già in se stessa, che nel suo inesauribile partimento non ammette limiti, ma per ciò che concerne la struttura organica del presente Universo regolata dalla Sapienza, e dalla Libertà del Creatore, giustito i fini, ch' egli si ha prefissi sin dalla prima origine delle cose. Sopra questi elementi, che sono la base de' composti solidi, e fluidi, ho creduto bene di riferbare, dove della durezza mi sono proposto di discorrere, alcune mie conghietture, che di buona voglia alla discretezza de' Filosofi io sottornetto.

Sebbene le particelle primigene di consistenza fornite dovrebbero in Fisica assumersi siccome postulati, senza prendersi l'impaccio d'internarsi profondamente nella lor intima natura, che di lunga mano è superiore alla nostra intelligenza. Torno ad inculcare la massima Nevvtoniana, che facilmente si concepisce, come di minimi corpicciuoli duri, e disgiunti una massa fluida possa formarli, ma all'incontro non si arriva a comprendere, qualmente la materia dotata d'una perfettissima fluidità si raccolza, e si unisca con una immaginata adesione, per costituire una mole di saldezza, e di consistenza guarnita.

II.

II.

Per la qual cosa io giudico, che le opinioni de' più famosi Filosofi antichi poco fa ricordate mal reggano ad una retta ragione, qualora alle particelle elementari si adattano. Sopra tutto anzi a ripudiare le due estreme, la prima delle quali attribuisce all'estensione inerte una infinita flussibilità, per guisa che l'attual partimento valichi oltre tutti gli ordini delle quantità infinitesime, e vada sino ai punti indivisibili. La seconda poi termina bensì nelle magnitudini finite, e cotali sono gli atomi Epicurei; ma poggia al sommo per un altro verso, ascrivendo ad essi una durezza trascendentemente infinita. Ho dimostrato altrove, che le cose quante, in cui si ravvisa essenzialmente il più, ed il meno, non montano da un canto al supremo grado della grandezza, e dall'altro non precipitano all'infimo. Chi di tal importantissima verità non fa capitale, urta in palpabili contraddizioni, ed in vece di edificare, distrugge dai fondamenti la fabbrica.

Dei seguaci di Epicuro io guarl non mi piglio fastidio; perchè è stato ad evidenza provato, che l'ipotesi della durizie assolutamente infinita ripugna ai canoni della comunicazione del moto fra i corpi molli, e gli elastici, e sovverte da capo a fondo le leggi principali della Natura, le quali, conforme farò vedere, non sono di scelta, e di convenienza, ma di precisa necessità, e coll'essenza della materia inerte indissolubilmente legate. De' tre elementi di Renato Cartesio non so che dirmi. I globuli, ed i frammenti di figure irregolari, e di grandezze differenti equivocano cogli atomi del Fisico Ateniese; imperciocchè se dal cominciamento del Mondo sino al dì d'oggi col mutuo fregamento di tempo in tempo si logorassero, e non si fossero mantenuti costantemente illesi accaderebbe, che in progresso de' secoli venisse a perturbarsi l'economia del sistema, e che tolto di mezzo il primitivo equilibrio fra i tre generi de' corpi costitutivi dell'Universo, la sola materia sottile, sminuzzati gli altri due, a poco a poco predominasse. Ed appunto essa indefinitamente divisa, e sfarinata dal Filosofo Francese al vano Epicureo è stata sostituita; onde prontissimamente, e senza il suo perchè accorra a riempire tutti gl'interstizj, che fra i più crassi elementi s'interpongono. Questi moti tal fiata istantanei dell'etere, de' quali non si assegna cagione fisica, per cui rapido corre ad occupare i posti, che i corpi distaccantisi lascierebbono vuoti, mi fanno sospettare, che il nostro Autore non potesse essersi dall'adottare inavvertentemente l'orrore del vacuo tanto prezioso alla scuola Peripatetica.

III.

Io desidererei col Siracusano Archimede, che mi si assegnasse un punto immobile, a cui appoggiarmi.

Dic ubi consistam.

Bene spesso si tenta di fabbricare in aria, e la vana struttura, a guisa delle
nu-

nuvole, con un soffio si dissipa, e si dilegua. Tal sista in mancanza di dati fisici, e meccanici, sà d'uopo indispensabilmente ricorrere a qualche pronunziato metafisico, sostenuto massimamente dalle dimostrazioni geometriche, dal quale si ritrae l'importante beneficio di non dar di petto, come sevente avviene, nell'impossibile. Nel subbietto, ch'abbiam alle mani, cade in acconcio il principio del sistema temperato da me di sopra stabilito, e ch'è più secondo di conseguenze, di quello che a prima fronte mostrava di promettere.

La divisibilità della materia non ha confini, e spazia per tutti gli ordini delle quantità infinitesime. In questo mentre per quanto la partigione proceda, la Geometria c'insegna, che non arriva mai sino al punto indivisibile, perchè se ci prevenisse, uscirebbe in campo l'assurdo, e la contraddizione. Si concede agli Analisti il discendere successivamente alle differenze di qualunque grado nella soluzione de' più ardui problemi, e ce ne somministra uno stupendo saggio il profondissimo Lionardo Eulero nella sua generale teoria de' massimi, e de' minimi. Ma il progresso medesimo ci documenta, che qualsivisa magnitudine, benchè molto menomissima, in cui il calcolo si ferma, è tanto lontana dall'individuo, quanto l'essere dal non essere, e il possibile dall'impossibile. Egli è dunque manifesto, che ai Matematici non è permesso di fortire fuori delle regioni de' temperamenti, e che coll'assumere, secondo le occorrenze, flussioni di varj generi, altro non fanno, salvo che portare alcuni passi avanti la partecipazione, e giugnere a più accurate, e necessarie adeguazioni.

IV.

Frattanto la Natura non muove il gran salto dalle grandezze date alle inassegnabili, e rinferra il temperamento congruo, per cui dà norma all'economia del nostro Mondo, dentro i termini del finito. Ed in fatti non si può progredire dalle grandezze determinate a qualsivoglia classe d'infinitamente piccole, senza che vi si passi per una serie incomprendibile di quantità, che vanno successivamente degradando, per guisa che la susseguente dell'antecedente è fuori d'ogni paragone minore. Egli è affatto inutile, anzi nocivo ad un Fisico il viaggiare per una strada, che non ha uscita, attese specialmente le strane conseguenze, che ne derivano, da me indicate, quand'io ragionava delle flussioni di qualunque ordine, che non sono per se stesse nè determinate, nè determinabili. All'incontro avvegnachè il numero delle magnitudini finite decrescenti, non si esaurisca mai, assunta però una d'esse a piacimento, siccome comune misura; e messa delle altre a confronto, siamo sicuri, che unqua non si perviene ad una proporzione o maggiore, o minore di qualsivisa data.

Appresso non è così povera, e ristretta la menzionata partigione, che nella materia d'istintamente si concepisce, e che dall'Autore della Natura poteva mettersi in opera, che non vaglia a supplire ad ogni bisogna, ed a fondare un ottimo temperamento. Sin quì non ci si parano innanzi nè ripugnanze, nè sconvenevolezza: anzi si libera la Fisica da quegli assurdi, che nelle ipo-

ipotesi de' più rinomati Filosofanti pur troppo s'incontrano; mercè che costoro conforme ho notato, vanno irrimediabilmente a smarrirsi per un verso, o per l'altro nell'Oceano dell'infinito. Abbiassi dunque per massima fondamentale, e su fortissime ragioni, per non dirle evidenti, stabilita, che Dio Ottimo Massimo, nel vincere l'infinita indifferenza della materia per quello concerne la divisione, ed avuto riguardo a' suoi fini impercettibili, ha fabbricato il nostro Universo, assegnando ad esso un temperamento, che sussiste dentro i confini del finito.

Non dico già, che le speciali dimensioni de' corpi, che abbiamo anzi gli occhi, le quali appartengono tutte al medesimo genere di grandezze, siano più privilegiate delle altre infinitamente più grandi, e più piccole, che potrebbero servir di base a partecipazioni onninamente diverse, e da noi inconcepibili; se non se in quanto, con l'esclusione di qualsivoglia altra classe, si è compiaciuto Dio di dare alle nostrali la preferenza. Dico bensì, che appoggiandosi le cose create non all'assoluto, ma al relativo, per questo capo ancora aveano dal Supremo Artefice a determinarsi e la precisa quantità, ed il partimento della materia. Aggiungo, ch'era soverchio melcere in una prescelta costituzione di mondo magnitudini incomparabili; imperocchè il profitto, che se ne trae, mal compensa i disordini, che ne risultano. Ora io dimando, per qual virtù, e con quale industria il caso stolido di Epicuro, o la brutal necessità di Stratone signoreggiassero ab eterno l'indifferenza sorda, ed inesorabile della materia; onde fossero possenti ad introdurci le divise determinazioni?

V.

Poco si è fatto fin ora, per architettare un compiuto sistema, e di temperamento fornito. Perchè sia repente furta la materia, che prima non era, corredata di estensione, d'impenetrabilità, e d'inerzia, attributi, che ne costituiscon l'essenza (altrimenti sarebbe nata tutt'altra cosa, fuor che materia) bastò un cenno onnipotente del Creatore. Perchè poi si cominciasse ad abbozzare una costituzione di Mondo eletta liberamente fra tutte le possibili, aveansi ad accoppiare alle mentovate proprietà passive due necessarie altresì passive determinazioni, ambo introdotte, per iscarsare le ripugnanze, ambo ristrette dentro i prescritti confini del finito, viene a dire una limitata quantità di estensione solida, ed una congrua divisione fino ad un certo segno, oltre cui non si trascorra.

Fin quà io non ravviso azioni, e reazioni; cause, ed effetti, senza i quai requisiti langue l'Univcrsità delle cose, ed altro non si ha, fuorchè una trina dimensione inerte, e smembrata nelle sue parti, ma totalmente oziosa, e sfaccendata. Io non ardisco decidere, se in tale stato gli elementi primordiali siano di durezza guarniti. Il Cavalier Nevvton nella seconda parte della sua Ottica, avvertendo, che sono essi i semi de' corpi solidi, e fluidi, ha creduto, che di lor natura siano saldi, e consistenti, e di tanta fermezza dotati, che non ci sia agente creato valevole a scioglierceli, e a dissunirli. E questa prerogativa l'ha egli fondata sulla Divina volontà; at-
so

Io che non se ne fa svelare la causa fisica. Io non mi sento di ammettere la durezza in macchina, senza una precisa necessità.

Nec Deus interfit, nisi dignus vindice nodus.

Quando mi si dice, essere la materia attualmente partita in' minutissimi atomi, subito nelle sue tre misure, ci scorgo l'origine della divisibilità: ma con pari evidenza non ci ravviso la radice della durezza. E se tal uno me l'addita, siccome annessata sull'inerzia; ripiglio, che la renitenza al cangiamento di stato sempre alla massa proporzionale, non ha punto che fare colla fermezza, che non prende norma dalla predetta analogia.

VI.

La materia sterile di sua natura non ha in se stessa fondo bastante; per partorire la forza. Era per tanto indispensabile, che il Divino Artefice perfezionasse la sua grand'Opera, e proseguisse a temperarla opportunamente, giusto le leggi, ed i fini, che la sua infinita Sapienza s'era prefissi. L'intero compimento richiedeva, che si addossasse, e si distribuisse alla massa impenetrabile una determinata quantità di forza, che la mettesse in azione, e per così dire la ravvivasse. E benchè la forza sia un non so che di superiore alla materia, in cui si annida; la corrispondenza però fra l'una, e l'altra è fuor di modo maravigliosa. Dobbiamo stare attenti per ben comprendere la strettissima connessione fra le proprietà attive, e le passive della materia, e qualmente non si cessi mai di esercitare tra esse un mutuo commercio: il quale, sebbene vien regolato, conforme altrove ho detto, da leggi, in cui domina un'espresa inviolabile necessità, fondata sull'essenza delle cose, con tutto ciò non esclude le cause finali, e colla libertà, e colla sapienza dell'Artefice Supremo mirabilmente si accoppia.

E vaglia il vero, l'inerzia, il di cui unico uffizio consiste nel ripugnare a qualsivis cangiamento di stato, è una conseguenza della impenetrabilità, e risponde con giusta misura alla quantità della materia. Nel moderare, ch'ella fa di continuo, i passaggi delle forze e vive, e morte da corpo a corpo, la ragione consonante agli sperimenti c'insegna, non aver lei vigore di generare, o di distruggere forza, la quale, benchè ad ogni momento si muti stato, tutta via si mantiene intatta, perchè l'inerzia soltanto si adopera in modificarla, e distribuirla proporzionalmente alle masse, giusto le regole da noi conosciute. Per la qual cosa, a parlare accuratamente, non debbe assegnarsi al mentovato attributo, nè vera azione, nè vera reazione; mercè che la medesima forza nè punto, nè poco si diversifica, quantunque sotto varj aspetti faccia la sua comparsa. E da ciò deriva l'irrefragabil principio, per cui si stabilisco la perfetta uguaglianza fra le cagioni, e gli effetti, base immobile dell'aggiustatezza degli umani ragionj.

VII.

E qui sarà un punto di grand' importanza il separare in due classi le proprietà della materia. Le primarie ad essa essenziali, di cui non si spoglia giammai, ed alcune altre, che nascono di conseguenza, sono anteriori a qualunque sistema, e ne precedono la formazione. Fa d'uopo aiutare la nostra debolezza, e distinguere ciò, che da prima, e da poi nel subbietto si concepisce. Egli è certo, che tolta di mezzo l'estensione solida, ed inerte, l'idea della materia nella nostra mente svanisce, e si annienta. Ma col tenerla ferma, ci si presentano alquante nozioni secondarie, che da essa immediatamente fluiscono, e sono la divisibilità, le grandezze, le figure, i luoghi, ed i tempi. Siccome in tutte le nominate affezioni signoreggia una perfetta indifferenza; così richiedono esse una necessaria determinazione corrispondente al prestabilito temperamento.

L'altra classe poi comprende quelle proprietà della materia, che suppongono il sistema bello, e compiuto. La forza non entra a costituire l'essenza della materia, e non ripugna, che questa sussista nella sua purità, ed in una perpetua quiete. Ben è vero, che essa è, per così esprimermi, la matrice della forza, la quale da se sola non regge, e non vive, se nel di lei seno non si alloggia. Ambo insieme accoppiate, ed unite in lega sono la fonte inesaurita d' innumerabili effetti, de' quali è piena zeppa la Natura, e che per la maggior parte pullulano dal lavoro del sistema. Tali si reputino senza esitazione il moto, gl'impulsi centripeti, e centrifughi, la virtù elastica, l'elettrica, e la magnetica, con altri moltissimi eventi, che farebbe cosa stucchevole l'annoverarli partitamente. La materia, e la forza, ognuna da per se, non è capace di produrli, e nè meno congiunte, mentre in lor balla lasciate si fossero. Convenne dunque, che il Sapientissimo Operiere organizzasse magistralmente la prima, e temperasse a dovere la seconda; onde venisse a risultare una ben concertata costituzione di Mondo di regolari fenomeni a dovizia fornita.

VIII.

Dopo una lunga, ma necessaria deviazione torno in sentiero, e chiedo, sotto quali delle due classi poc' anzi raccordate deggia collocarsi la durezza con altre affezioni analoghe, in cui si mesce il rigido, ed il flussibile, a cagion di esempio, la mollezza, e la viscosità. Io per me, senza punto tergiversare, le riporrei, non già fra le primitive, ed originali, ma tra le secondarie, e le sistematiche. La ragione, che a ciò mi muove, io la desumo dall'ambiguità, che mi nasce in mente; imperocchè non so quale delle accennate proprietà relative, e molto meno in qual grado, abbiano ad inserirsi negli elementi primordiali affatto affatto nudi di forza.

Arroge, che per isviluppare la tessitura de' corpi, e vincerne l'adesione ci vuol forza, e forza proporzionata alla resistenza; dunque, se l'azione è nel caso nostro eguale, e contraria alla reazione, per rimettere i compo-

sti

fil nello stato di prima, s'avrà ad impiegare altrettanta forza, quanta se n'è spesa in discioglierli; attesoche siamo nella circostanza, in cui la causa diventa effetto, e l'effetto si converte in cagione. Perda un misto col rarefarsi una perfezione della sua natia fermezza, per restituirla, converrà costiparlo, ed a tal fine valersi dell'energia della percossa.

Già si è detto, che non si riduce a perfezione il sistema, se non si addossa, e non si distribuisce alla massa impenetrabile una determinata quantità di forza, che la metta in azione, e per dir così la ravvivi. E questa forza fra gli atomi originali, semi primitivi di tutto ciò, che si produce in Natura, congruamente dovea compartirsi. Ma qualmente sia essi facciasi la comunicazione de'moti, e delle forze, sarà sempre un misterio a noi ignoto, ed un arcano del temperamento, di cui solo Dio ha la chiave. Gli elementi, se mal non diviso, sono piuttosto solidi che duri, viene a dire, ne' lor corpicciuoli il vuoto non s'intromette, nè di forza morta, che ne conati confisse, e colla quiete si affocia, son correati: altrimenti la partizione non sarebbe pervenuta all'ultimo termine, lo che ripugna ad un sistema partecipato. Per la qual cosa non si è forse mal apposto Aristotile, quando ci ha avvertiti, che le azioni appartengono ai li.pposti. Conseguentemente prima fa di mestieri, che la Natura ordini, e disponga i materiali apprettati, e ne formi i composti, e questa è, per così dire, la primitiva orditura dell'Univerſo organizzata da una mano onnipotente, e che poscia si proseguiscano i lavori, mettendo in azione le forze morte, e vive, e continuamente applicate dirette da leggi ferme; onde collante, e varia ad un tratto perseveri l'economia del prescelto temperamento.

IX.

Prevedo, che mi verranno mossi alcuni dubbj, e primieramente mi si chiederà, se le particelle elementari fra loro disgiunte dal vacuo disseminato, si deggiano riputar differenti, per quello spetta alle magnitudini, e alle figure. La quistione è insolubile per mancanza dei dati, e quand'anche si avesse in pronto una qualche probabile conghietture; crederet miglior partito l'astenersi da cotale ricerca, ch'ha recato tanto detrimento alla scienza naturale. La facilità di filosofare è stata senza fallo la principal cagione, per cui i Fisici intesi a spiegare i fenomeni, che alla giornata ci si affacciano, anno allentato il freno alla fantasia, assegnando agli elementi, che compongono i misti, quelle speziali figure, che meglio al lor intento si facevano. Da questo torbido fonte è scaturito il capriccioso, ed arbitrario metodo di ragionare per via d'ipotesi, che nel secolo passato ha inondata l'Europa tutta più colta, e di cui potrei recare innumerevoli esempj tratti dalle Sette Epicurea, e Cartesiana.

Non per tanto io mi sento propenso ad opinare (e ciò sia detto per una specie di soprabbondanza, e non perchè della varietà delle grandezze, e delle figure onninamente ignote s'abbia a far uso ne' nostri divisamenti) che i semi delle cose materiali non sieno tutti lavorati ad un tornio. Fa forza al mio intelletto un principio d'esperienza memorato da Anassagora,

Qq 2 e da

è da lui troppo esteso fino alla sua famosa Omeomeria, che di tutto non si fa tutto, *ex omnibus omnia non fiunt*. I sassi, a cagion d'esempio, in nostro alimento non si convertono, e quando un misto in un altro si trasforma, è notabile, che le particelle inutili si separano, e restano soltanto quelle, che al nuovo prodotto convengono. Così una porzione de' cibi diventa carne, e sangue, e l'altra inetta a tal mutazione dalla provida Natura si caccia fuori in escrementi. Appresso si danno corpi, quasi direi, tant'ostinati, e tanto tenaci della loro specifica maniera d'essere, come i metalli, gli olj, i sali, il vetro, la terra vergine, ed altri di simil fatta, che a pochi si riducono, i quali, per quanta industria vi si adopera, non soggiacciono a cangiamenti, e della propria natura non mai si spogliano.

X.

Inferge a questo passo una seconda controversia. Gli Atomisti pensano, ed io dal loro parere non mi diparto, che dalla sola diversità delle figure, massime ai casi particolari appropriate, or angolari, ed ora rotonde, alle menzionate apparenze, senza ricorrere a più remoti, ed occulti principj, si soddisfaccia. All'incontro il celebre Boherave nella sua Chimica (opera in cui, per non essere uscita vergine dalle sue mani, ma mal menata dai suoi Discepoli, si parla con ambiguità) e con maggior apparato di argomenti l'Autore dello Spettacolo della Natura, professano, che ci passi un'essenziale divario fra certi corpi nostrali riputati più semplici, che non cedono una ventina, fra quali, oltre i già ricordati, si contano il fuoco, l'acqua, l'aere, l'argento vivo, e per fino la calamita. L'acqua, a cagion d'esempio, è sempre acqua, o si stringa in ghiaccio, o si attenui in vapori, o con i misti si mescoli. Non accadrà mai, che si trasformi in un'altra sostanza, come in aria, o in mercurio; nè il ferro, che in minutissime foglie ne' composti s'insinua, vi s'impieghi pure o l'Arte, o la Natura, farà mai altro, che ferro, e così dicasi di tutti i metalli, e di quelle materie, che a dispetto degli Alchimisti non ammettono le sperate metamorfosi.

Parè, che i citati Scrittori vengano a patti con Anassagora, purchè lor si permetta di restringere i confini della Omeomeria. Io non nego, che ci siano de' prodotti, i quali lentamente maturano, e stentatamente si sciogliono. Posson essi servire d'elementi secondarj per que' misti di poca durata, che soggiacciono ad una facile corruzione, e mantenersi intatti dopo il dissolvimento del composto. Così il ferro, ch'entra in poca quantità, siccome ingrediente ne' vegetabili, dalle lor ceneri si raccoglie, ed in corpo può di bel nuovo ridursi. Ma che presentemente ci sia tanta copia d'oro, nè più nè meno, quanta ce n'è da principio delle cose, e che abbia da perseverare illesa fino alla fine del Mondo, senza che se ne generi, o se ne distrugga un granello; egli è una petizione, che non vuole così facilmente accordarsi. Ne giova il dire, che tali materie tormentate in qualunque modo si mostrano onninamente contumaci; conciossiachè non sappiamo, fin dove giunga la forza della Natura, e talvolta ancora dell'Arte. E' famosa l'esperienza dell'oro esposto al fuoco cocentissimo della gran lente d'Orleans. Svapora
esso

esso in fumo, dispergendosi per l'aria lo zolfo, di cui è composto, e rimane un po' di terra, che finalmente in vetro si converte. Troppo palese sono le conseguenze, che se ne deducono, e per non abbandonare l'ipotesi, si nega il fatto, che si professa non aver avuto buon esito in parecchi incontri. Non saprei come mettere in dubbio la fede d' Uomini accreditati, e per me basta, che qualche fiata sia riuscito l'esperimento, benchè in altri casi, o per difetto delle lenti, o delle circostanze mal abbia corrisposto all'aspettazione.

XI.

Ascoltiamo ciò, che la ragione ci detta. I memorati Filosofi an pre-
fisso l'assunto di provvedere la nostra Terra d' alquanti prodotti. secondo la
lor opinione inalterabili, ed incorruttibili, a guisa della materia celeste d'
Aristotele, ma non anno guari posta cura agli altri Pianeti, ne quali ci sa-
ranno de' corpi semplici, e non tramutabili, siccome richiè l' analogia.
Io non sono tanto indiscreto, sino a pretendere, che mi si renda conto del-
le lor qualità: mi basta, che siano dai nostrali totalmente diversi. Ed in
fatti l' aere, e l'acqua nulla an che fare colla Luna, in cui non si ravvisa in-
dizio nè di nuvole, nè di atmosfera. Questi fluidi sono temperati a quel
grado di valore, che risulta dalla lontananza della Terra dal Sole, per-
guisa che se ne perderebbe l'uso col trasportarli in Mercurio, o in Saturno;
ai quai globi dominati da un caldo, o da un freddo eccessivo conviene at-
tribuire un' altro ordine di cose, ed altri generi di produzioni: con che si
stendono oltre modo le regioni dell' Omeomeria.

Andava meco stesso pensando, in che mai potesse consistere la differen-
za essenziale, che si mette fra corpo, e corpo, e non mi è riuscito di sco-
prire alcun principio, a cui potessi ragionevolmente appoggiarla. Discor-
riamola dunque così. Certamente il preteso divario non nasce dalle pro-
prietà passive della materia anteriori al prestabilito sistema. L' estensione,
e la divisibilità a tutte le masse è comune, ed una massa dell' altra non è più,
o meno impenetrabile. L' inerzia poi non dipende dalla varietà delle so-
stanze, che del pari ripugnano al cangiamento di stato, e la renitenza è
sempre proporzionale alla quantità della materia, di cui si compongono i
misti, e non alla loro speciale natura. Ricorreremo forse alle grandezze,
alle figure, alle posizioni, ed ai loro diversi combinamenti? Ma chi non
vede, che con ciò si ricade nella sentenza degli Atomisti, e che le immagi-
nate differenze sostanziali si dileguano, e sussistono soltanto ne' mal ideati
concepimenti di qualche Filosofo.

Per la qual cosa se le particelle primordiali son tutte omogenee, quand'
anche in innumerabili maniere si accoppiano, e quand' anche vi si aggiunge la
forza, ed il sistema si compie, non c' è motivo di sorta, per cui abbiano a mu-
tar di natura, e vestirsi chi d' una, e chi d' un' altra essenza. Principieran-
no per avventura a distinguerli, ogni qual volta ad esse il movimento s'im-
primerà. Siccome la materia non ha virtù di cavare dal suo intimo seno la
forza; così la forza, che le si addossa, non è valvole ad alterar sostan-
zial-

zialmente la materia. Ben è vero, che la forza di conserva con l'inertia danno regola alle azioni, ed alle reazioni, ed a quel mutuo commercio, che di continuo fra i corpi s'esercita: ma i corpi stessi non si diversificano, se non se accidentalmente, e si procede con leggi ferme, ed inviolabili, nelle quali non si scorge vestigio, che da essenza a essenza si faccia transito. Piglio per mano due prodotti, uno più denso, e l'altro più raro, e diversamente sotto pari volume pesanti: ma che importa ciò? Già m'è noto, che in tal fenomeno sogliono trasandarsi le sostanze: imperciocchè le densità, e i pesi seguitano soltanto la proporzione delle masse. L'avvertenza si applichi a tutti i canoni della Natura, de' quali abbiamo contezza, ed alle apparenze, che alla giornata ci si affacciano. A cagion d'esempio bisogna star intesi, se i corpi sono molli, od elastici, e di qual vigore di molla sono guarniti, per sapere qualmente si faccia la comunicazione del moto. Che siano poi di vetro, o d'acciajo, o di qualsivoglia materia, nulla rileva. Lo stesso dicasi delle leggi statiche, e dinamiche, concernenti gli equilibrij, le forze vive, o morte, le impressioni succettivamente applicate, e le resistenze, nel maneggiare le quali altro non cade in considerazione, salvo che forza, e quantità di materia inerte. Possibil mai, che se gli elementi primitivi fossero d'indole essenzialmente diversa, e bene spesso contraria, e tali altresì i composti, che ne risultano; non se ne scorgesse un qualche segno, e i canoni generali modificati dalle differenze sostanziali in particolari non si cangiassero?

Si faranno forti gli Avversarj nell'ultima ritirata, e ripiglieranno, aver noi un sicuro indizio della differente natura dei prodotti nelle varie affezioni, che in noi risvegliano. Verrà in campo la luce, che secondo i Newtoniani è composta di raggi tinti d'una serie di colori, che nelle refrazioni si sviluppano, e si separano, e con ciò ci convincono, che gli atomi luminosi ad una sola specie di sostanze non appartengono. Questo non è il tempo di prender per mano un subbietto, che vuole a suo luogo essere dilucidato. Per ora dico, che mal confondendosi le sensazioni della nostra anima colle proprietà della materia, e facendosi passaggio dallo spirituale al corporeo, s'inciampa in un manifesto paralogismo; perchè si assume ciò, che dovrebbe provarsi.

XII.

Per compimento del discorso rimane, che s'indaghi, se ci possa essere alcun criterio, per cui si venga in cognizione, qual sia quel corpo, in cui finisce l'attual divisione della materia. A tal uno verrà in mente la luce, e fonderà la sua opinione su parecchie plausibili conghietture. Dirà, che questo è un fluido, che non ristretto a siti particolari da per tutto si spande, e si dilata per l'immenso spazio de' Cieli. Dirà, che da per tutto s'insinua, e che si trattiene in ogni corpo, che penetra ne' canali degli animali, eziandio di que' molto minutissimi entomi invisibili anche coll'ajuto de' più fini microscopj, che agita, e tiene in moto il sangue, e gli spiriti, e che, qualora cessa in parte la sua azione, i viventi o intorpidiscono, o muo-

muojono, Conchiuderà finalmente non esserci in Natura stromento più attivo della luce, nè particole più sottili, e che non occorre cercar di vantageggio.

Consento, che il Fisco di più non deggia progredire, e che la luce sia il limite delle umane perquisizioni; imperocchè ogni sforzo, che si facesse, per sapere ciò, che non può saperfi, farebbe vano, ed inutile. Non ostante ciò la ragione mi documenta, che fra i corpi composti debbe annoverarsi la luce. Essa è dotata d'una squisita elasticità; convien dunque, cheurtando in un ostacolo solido, ed obbligata a rifletterfi, muti figura, e gli elementi, de'quali è formata, si mettano in tremito. E se così è, consta di particelle attualmente distinte, e poste in azione, e Dio solo sa fin a quanto proceda la divisione. Se poi un atomo luminoso nella presente costituzione di cose possa sciogliersi ne' suoi componenti; nè per il sì, nè per il no ardisco di dichiararmi.

CAPITOLO DECIMO

Del Vacuo.

L

HO sempre creduto, che non possiamo formarci una chiara, e distinta idea della Fisica generale, ogni qual volta il vuoto dalla presente costituzione di cose si esclude. Non parlo del Nevvtoniano diffuso per la sterminata ampiezza de' Cieli, ma del disseminato, ed interscrito tra le menome particelle della materia inerte. Il primo mal si sostiene a fronte dell'esperienza; imperocchè ovunque la luce esercita la sua azione, ivi c'è corpo, e si osserva, che i Pianeti vaganti quà, e là, in qualsivisa sito si trovino, vengono dal lume investiti. Ragionerò dunque della seconda sorta d'inane, ed addurrò que' motivi a mio parere fortissimi, che ad ammetterlo mi persuadono.

Primieramente deggia tessere in compendio la storia degli argomenti in pro, ed incontro cavati dalle fisiche apparenze, e per sino dalle metafisiche sottigliezze. E' celebre la massima del Cartesio tolta in prestito da Aristotele, che dove c'è trina dimensione, ci sia materia; e perchè nessun luogo immaginabile è nudo di estensione; ne segue, che non ci rimane sito di sorta per allogare il vacuo. Così si confonde il vano col pieno, lo spazio col corpo, ed una pura relativa capacità con una vera, e reale sostanza. Ma di ciò altrove ho favellato abbastanza, in trattando della natura della materia, e de' suoi principali attributi.

Succede il Leibnizio, e tenta di far colpo colle sue metafisiche idee. Pretend' egli, che Dio abbia creato fra tutti i possibili l'ottimo Mondo.

La

La massima imperfezione al nulla si appoggia; dunque tanto più l'Universo è perfetto, quanto più materia contiene, e quanto meno colle cose il niente si mesce. Per la qual cosa il nostro sistema sarà perfettissimo, quando bandito l'inane, sarà pieno zeppo di massa corporea, e tale debb' essere uscito dalla Sapienza infinita ed onnipotente del suo Creatore, il quale prende l'ottimo semplice di mira. Non vorrei, che per perfezionare il Mondo si riducesse all'ultima imperfezione, che consiste nella ripugnanza, e nella contraddizione. Ed in fatti, se per organizzarlo, per disporlo, e per mantenere fra le sue parti picciole, e grandi un perpetuo commercio di movimento, di azioni, e di reazioni, fosse il vuoto indispensabilmente necessario; per guisa che senza gl'intervalli vani non si potesse architettare un sistema, vale a dire, se Dio per soverchia delicatezza d'introdurre il vuoto s'astenesse di muover corpi, e lasciasse la materia oziosa, ed immota per tutta l'eternità; l'ottimo del Leibnizio andrebbe a terminare nel pessimo. La quistione non è così facile, come altri pensa, a decidersi.

II.

Ed appunto dal fenomeno soggetto ai sensi, cioè dal moto, anno tratto le loro più robuste ragioni gli Epicurei (avvegnachè di congruenze, e astratte specolazioni non si dee far molto caso in soggetto fisico). Il celebre Pietro Gassendo ne' suoi Comentarj sopra l'Epistole d'Epicuro conservateci da Diogene Laerzio, ha raccolto intorno il vano tutto ciò, ch'è saputo dire gli Antichi in favore, e in disfavore, e ci ha aggiunto del suo, incalzando spezialmente l'argomento preso dal moto, di modo che non mi è caduta per anco sotto gli occhi un adeguata risposta.

Nel mentre, che due particole si staccano per opposte direzioni, fa d'uopo, che le vicine spontaneamente sottentrino ad occupare lo spazio abbandonato. Chi le invita, chi le determina, chi le ammonisce del pericolo, che si sconvolga da capo a fondo l'economia della Natura colla temuta insinuazione del vacuo? Onde nasce in esso loro la prontezza di cangiar sito, quando bene spesso non si ravvisa motivo, che le spinga, nè forza, che le trasporti? Dico di più, che s'inducono ad operare non solo senza il suo perchè, ma contro la propria indole; vincendosi non si fa come quella ripugnanza, che in esse indispensabilmente risiede, a mutare stato. In tali casi dunque si dimenticano della innata pigrizia, ed acquistano una proprietà insolita del movimento, e della forza viva produttrice.

Si dirà forse, che i corpiciuoli solidi sono circonciati da un fluido d'incomprensibile sottigliezza, atto a sminuzzarsi in particelle, quanto si vuole minime, ed anco infinitesime, a misura delle occorrenze, e si professerà, che in tale indefinito partimento consista la vera nozione d'una perfettissima fluidità. Se poi la materia eterea è guarnita, se non se di gravità, almeno di virtù elastica, come si raccoglie dai fenomeni della luce; ognuno comprende, per qual cagione sia ella obbligata a riempire tutti i vani, ed a non lasciare qualsivisia picciolissimo spazio privo di materia. Ma tutto ciò non è sufficiente a sciogliere l'opposizione. Converrebbe, che

la materia eterea fosse guarnita di gravità; o almeno di forza elastica, ed avesse sortite o l'una, o l'altra, o amendue quelle proprietà in grado infinito; onde accorresse a riempire ogni vano in un istante, perchè tra il lasciare, ed occupare il sito non ci ha da esser tempo di mezzo, e non ha luogo il prima ed il poi.

Appresso gli esperimenti m'insegnano, che qualunque fluido posto in tumulto sidirada, e di volume ricesce, e l'effetto debbe alle forze centrifughe attribuirsi principalmente. Convien eccettuare da questa legge naturale, per altro indispensabile, la materia sottil de' Cartesiani: altrimenti non potendosi concepire la rarefazione senza i vani intermedj; si dovrebbe rifuggire ad un secondo fluido, che gli occupasse, indi per l'addotta ragione al terzo, e così di mano in mano all'infinito.

III.

Si fece forte lo Stagirita sull'esempio d'una ruota, che gira intorno il suo centro: nel qual movimento di circolazione, non essendoci alcun indizio di vacuo, si diede a credere, che tutti i corpi solidi, e fluidi potessero principiare, e continuare i lor moti per linee rette, o curve senza l'interrompimento del vano. Oltre che ci passa un gran divario tra la coerenza de' corpi duri, e la flussibilità de' liquidi: egli così alla buona la discorreva, perchè non avea contezza de' conati centrifughi. Questi s'impiegano incessantemente per allontanare giusta la direzione delle toccanti le particelle, onde si forma la ruota, poste ne' cerchj concentrici, e maggiormente quelle, che sono più lontane dal centro della vertigine. So che l'effetto di romperne l'unione, e di cacciarle di luogo per lo più non succede, salvo che nel caso, in cui qualche pezzo leggermente alla superficie si attacchi: e la ragione si è, perchè la tenacità della materia solida, superando l'energia della forza centrifuga, all'estruzione fa contrasto. Ma accresciuto l'impeto del giramento alla per fine si verrà a tale, che si vincano le resistenze, e che si disciolgano i vincoli, che tengono le parti strettamente insieme legate. Che se non segue la separazione, e il dissipamento, egli è però certo, che la forza estrudente non se ne sta oziosa, e ch' esercita il suo vigore contro la tenezza della ruota, stirando le sue fibre, e sforzandole a dilatarsi oltre la loro naturale costituzione. Per la qual cosa in tal sorta di rarefazione dee necessariamente insinuarfi il vuoto, ed il movimento circolare d'Aristotele non vanta sovra gli altri alcun privilegio.

Il moto per tanto mal si concilia col pieno, e non usciremo di briga giammai, se non si adotta qualche fantastica, e screditata opinione. Fa di mestieri, o richiamare dall'obblivione l'orrore del vacuo tanto formidabile alla Natura, inventato dai Peripatetici; o gittarsi in braccio delle più recenti cause occasionali con grande apparato d'inconcludenti ragioni dal P. Malebranche inculcate, ovvero abbracciare i punti inflati, strana immaginazione di alcuni Scolastici, per esplicare le rarefazioni.

IV.

Diamo alla sfuggita un'occhiata, quali stravaganti portenti s'introducano nella scienza della Natura da coloro, i quali, aderendo alle loro invettigate preoccupazioni, mettono ogni studio, per esiliare il vuoto dall'Universo. Egli è manifesto, che la materia non può ridursi a sistema, se non è animata dal moto: e siccome gl'impedimenti, che per istrada s'incontrano, fanno deviare i mobili dal cammin dritto, e gli obbligano a viaggiare per linee curve, così nascono di conseguenza le forze centrifughe, e secondo il parer del Cartesio ancor le centripete, fra le quali si annovera la gravità. Ora dalle oscillazioni de' penduli ha dimostrato l'Ughenio, che questa potenza in distanza eguale dal centro, è sempre proporzionale, non già al volume de' corpi, ma bensì alla quantità della materia, ch'essi contengono. E se di materia ogni corpo è pieno zeppo egualmente, e se fra gli atomi nessuno spazietto inane si frappone; dee necessariamente conchiudersi, che qualunque misto è composto di due specie di materia, una pesante, che continuamente è spinta verso il centro della Terra, e l'altra non grave, ed indifferente a persistere nel sito, in cui si ritrova, ammonendoci l'esperienza, che varj corpi sotto pari volumi, di peso ineguale sono forniti.

Poco importa, che l'ipotesi sia ricevuta dagli Avversarj, i quali ad altro sutterfugio non sapranno ricorrere. A me basta, che s'ami nota la proporzione fra le particelle realmente dotate di gravità, che da due masse di qualunque genere si comprendono. Delle restanti non faccio conto, che ad altri centri forse diriggonfi, come l'etere Cartesiano, veicolo della luce, a quello del Sole. Ed in vero questa mole immensa girata intorno il suo asse con rapidissima velocità si farebbe a quest'ora dissipata, e confusa, se la forza centripeta non mettesse freno alla centrifuga, e tra le due forze contrarie, sin dal principio delle cose, non si fosse formato un durevole giusto equilibrio.

V.

Dalla gravità mi fo strada a favellar dell'inerzia, dalla qual proprietà spero di trarre un argomento convincentissimo a favore del vuoto. La ripugnanza a cangiare stato essenziale alla materia fisica, risiede in tutti i corpi, quanti sono in Natura, siano pure fluidi, o solidi, rari, o densi, e rimirino un centro piuttosto che l'altro, o, se così piace, nessuno; per guisa che spogliati essi di tale attributo, cessano d'essere, ed al mero nulla riducansi. E' legge naturale inviolabile, che l'inerzia si misura dalla quantità della materia; onde sia in qualunque incontro come massa a massa, così inerzia ad inerzia. Il vano soltanto, per nostro modo d'intendere, va esente dalla ritrosia di mutare stato; perchè il niente a cangiamento non è soggetto. Esso altrove non si trasporta, nè abbandona un luogo, per occuparne un' altro: non esercita azione, o reazione, e non è guarnito di forza,
e di

e di resistenza: in due parole non può far figura nè di causa, nè di effetto.

Premesse le necessarie notizie, assumo una posizione, che non mi può essere contrastata. Abbiani tre palle A, B, C eguali di diametro, e conseguentemente di volume. Esplorate ad una ad una colla bilancia, saprassi, che le due A, B sono pari di peso, e che paragonate colla terza C più leggiera, i pesi stanno in ragione del numero intero n all'unità, cioè come $n:1$. Quindi si conosce il rapporto tra la quantità maggiore della materia compresa dal globo B, e la minore contenuta nel globo C, e di conseguenza qual proporzione ci corra fra la doppia ineguale inerzia, di cui ambo i globi son corredati.

Siano Fig. 10.) tutte e tre le suddette masse perfettamente molli, e prive di qualunque virtù di molla, ed urti la prima A animata dalla velocità n nella seconda B costituita in quiete. Compiuta la comunicazione del moto, trovo, che le due sfere camminano colla medesima celerità espo-

sta per $\frac{nu}{n+n} = \frac{n}{2}$, cioè colla metà della primitiva. Tenuta ferma l'ipotesi,

la palla A percossa la terza C parimente quieta, e dopo la collisione procederanno amendue colla comune velocità espressa per $\frac{nu}{n+1}$. Per la qual

cosa confrontate le due velocità, saranno come $2:n+1$, cioè viaggerà più pigra la massa B, e la C quanto si vuole più celere.

Qui bramerei d'udire, come i Fautori del pieno spieghino il semplicissimo fenomeno. Donde proviene la disparità delle velocità, e delle forze? Dove c'è minor massa, ivi la velocità cresce, ed all'incontro, all'aumentarsi della massa, scema la celerità. I Cartesiani, che stimano la forza viva dalla quantità del moto, la quale seguito il congresso si conserva intatta, saranno astretti a dire, che si fa una compensazione tra la minor massa, e la maggiore velocità, o pure al contrario. Ma se tutto è pieno, e non ci ha un minimo spazietto, in cui non alloggi la materia accompagnata dall'inerzia; egli è manifesto, che i due volumi eguali B, C abbracciano una pari quantità di materia; dunque in essi soggiornano masse tali, che alla mutazione di stato ripugnano con equal ritrosia. E perchè la palla A investe entrambi colla medesima energia; mi si dica, per qual ragione non succeda lo stesso effetto relativamente alle velocità impresse?

Mi rivolgo ai Leibniziani, i quali dal prodotto della massa A nel quadrato nu della velocità diviso per due misurando la forza viva, vogliono, che perseveri intiera dopo la percossa; purchè si metta in conto quella parte, che rimane in qualità di viva, e l'altra porzione, che passa in morta, e nella scambievolmente ammacatura si spende. Nel primo colpo tanto la forza viva superstita, quanto la impiegata nella confusione ugualmente si esprime per la grandezza $n \cdot n^2$, ma nel secondo l'una per $n^2 \cdot n^2$, e l'altra per $n \cdot n^2$

4

2. $\frac{n+1}{1}$ 2. $\frac{n+1}{1}$

R r 2

Quin-

Quinci le due forze vive residue si rispondono in ragione di $n + 1 : 2n$, e le perdute come $n + 1 : 2$. Anco nella sentenza del Leibnizio ha luogo il compensamento; imperocchè, essendo in ambe le azioni costante la forza impressa nel globo A, si produrranno bensì effetti pari, ma in maniera dissimile distribuiti. Giacchè nel corpo C si rinviene minor ripugnanza alla mutazione di stato, acquista esso una maggior porzione di forza viva, ed una più picciola nel mutuo costipamento se ne consuma: all'opposto di ciò, che succede nella sfera B, rispetto cui più si perde della forza primitiva nell'ammaccare, e manco, siccome forza viva, se ne conserva. Io non capisco, qualmente la Natura fuori d'ogni ragione nella guisa esposta diversifichi le sue operazioni. I due volumi B, C contengono in se stessi eguale quantità di materia; dunque di pari inerzia sono forniti, ed all'impeto costante del corpo B con eguale resistenza si oppongono; dunque al cambiamento di stato egualmente ripugnano. E se tutte le cose sono pari, e non ci si scorge la menoma differenza; si conchiuda, che gli effetti a coppia a coppia di muovere, e di ammaccare, non ostante che la sperienza ci assicuri del contrario, dovrebbero essere somigliantissimi: altrimenti nel caso nostro si porrebbe una irragionevole eccezione al gran principio della indifferenza.

VI.

Siamo di bel nuovo da capo. Andava méco medesimo divisando, con qual risposta possano farsi incontro gli Avversarj del vacuo. A due partiti si appigliarono in dicendo, o che si danno in Natura infinite spezie d'inerzia addossate a varj corpi, e più, o meno sofficienti del mutamento di stato; ovvero che siccome si sono dovuti ammettere due generi di corpi, alcuni pesanti, ed altri spogliati di gravità, così conviene adottare la divisione delle masse in due spezie, cioè inerti, e non inerti, professando, che quest'ultime ci diano agio di salvare moltissimi fenomeni, e specialmente i menzionati, perchè non sono a parte d'innnumerabili effetti naturali, e non an particolarmente luogo, dove si tratta di forze, e di resistenze. L'una, e l'altra supposizione è stata sufficientemente rifiutata ne' capitoli 6°, e 7°, dove ho fatto vedere esser l'inerzia una conseguenza dell'impenetrabilità. Imperciocchè non ricevendo l'impenetrabilità il più, ed il meno; ne viene di conseguenza, che posta la massa costante, lo stesso debba dirsi ancor dell'inerzia. Solamente avverto, che cotali supposizioni non possono conciliarsi nè cogli esperimenti de' penduli, nè colle dimostrazioni indi dall'Ughenio dedotte.

Per altro, se uscisse mai di bocca a' Cartesiani, ed ai Leibniziani l'esorbitanza, che v'abbia corpi privi d'inerzia, vorrei pregarli a tenermi dietro nel seguente raziocinio. Questa materia priva d'inerzia ritiene abusivamente il nome della cosa, ma non mai la sostanza. Se l'inerzia nasce dalla impenetrabilità; ne segue, che la materia non inerte senza fallo è penetrabile, e per legittima conseguenza anco immobile; conciossiachè ripugna, che ad essa si comunichi il moto, quando la penetrazione non consente, che venga tra-

spor-

sportata da luogo a luogo. E se così è, ella è onninamente incapace di agire, e di patire, ed affatto inetta per sostenere la forza attiva, o la passiva resistenza. E se il niente di nessuna qualità è guarnito, giusta l'antichissimo comune pronunziato *non entis nulla sunt qualitates*; inferisco, che tal sorta di materia inventata ad unico oggetto di escludere il vuoto, si risolve in un puro nulla. Mi si opporrà, che in essa quanto si voglia estenuata si rinviene tuttavia la trina dimensione, da cui nel suo essere è costituita: ma questa proprietà semplicemente immaginata, per riempire lo spazio, dallo spazio medesimo non si distingue, siccome quella, che consiste in una mera privazione, ed in una relativa capacità. Per altro se nulla opera, nulla è, e bramerei venire istruito, qual fisico effetto ad essa attribuire si possa.

Appresso la materia, che io chiamerò inane, s'allontana sì fattamente dalla reale, e solida, che ci passa un infinito di mezzo, ed appunto quello, che sta fra il non essere, e l'essere. Essendo poi nuda d'ogni positivo attributo, al nulla talmente s'accosta, e si rassomiglia, che con esso si confonde, e giudico uno sforzo vano l'andar in traccia delle differenze, per cui si distingue dal nulla. Tutta dunque la gran controversia, che ha posto in tumulto la Repubblica de' Filosofi, e gli ha in due fazioni divisi, va a terminare nell'uso, o meglio nell'abuso d'un vocabolo. Se a quel non so che, cui piace a parecchi Fisici d'appellare materia, o estensione, ma penetrabile, e non inerte, io darò il nome di vacuo; non credo, che mi si muoverà questione sulla parola. Il punto sta, ch'io all'inane subbietto non accorderò mai una quantunque imperfettissima realtà, e con questa chiave alla mano m'aprirò l'ingresso nelle segrete stanze della Natura, spiegando molti fenomeni, che per altra via si rendono inesplicabili.

VII.

Uno fra gli altri sarebbe appropriato alla presente ispezione. I corpi solidi, che a traverso de' fluidi si fanno strada, perdono appoco appoco il lor movimento, e si riducono alla quiete, ogni qual volta la forza impressa resta dal mezzo, cui passo passo si comunica, intieramente assorbita. Mi appoggio alla sola sperienza, e non mi curo per ora della teorica involupata d'insuperabili difficoltà; non essendosi per anco stabilite le vere leggi delle resistenze. Contentiamci di sapere, che si danno liquidi vari, e densi, di maggior, e minor inerzia dotati, e che conseguentemente contengono più, e meno quantità di materia. Attese le circostanze, una palla da moschetto compie un lungo viaggio per l'aria, ed un assai più corto per l'acqua, e brevissimo per l'argento vivo. Anche i tempi sono d'inequal durata, estinguendosi tanto più presto il moto, quanto il mezzo è più consistente.

Io, che non abborro il vacuo, uscirò agevolmente d'impaccio; imperciocchè negli effetti memorati, oltre il fregamento, e la tenacità, c'entra, siccome elemento principale, la differente quantità della massa, che viene cacciata di luogo con velocità pari a quella, che nel corpo duro attualmente risiede. I Difensori della contraria opinione si troveranno imbarazzati dalle medesime ragioni, che nell'antecedente paragrafo si sono allegate. Ogn' in-

interlizio, secondo loro, fra le particelle del fluido è pieno di materia sottile, pigra, densa, e ripugnante ad essere trasferita altrove, al pari della più grossa, e massiccia. Donde dunque procede la grande disparità tra le resistenze? Non credo mai, che mi verrà risposto, doverli in tali contrasti tener conto, non già della materia, quantunque inerte; ma bensì delle frizioni, e delle viscosità, le quali accresciute, o diminuite, alle resistenze dan norma. E' un gran postulato, che s'abbia a trasfandare l'elemento principale, per attenersi ai secondarj. Non è in nostra balla il divrificare le densità de' liquidi, e massime di quelli, che come l'acqua, e il mercurio non soffrono sensibile dissipazione. Possiamo però valerci de' solidi lisci, e puliti, onde la fregagione rechi pochissimo intoppo. Possiamo altresì scegliere fluidi, ne' quali non si scorga notabil tenezza, come certi spiriti lavorati da' Chimici, e dietro la scorta del Cavalier Nevvton assicurarci per via delle refrazioni, della loro tenue viscidità. Ridotte le cose a dovere, sussiste l'argomento nel suo vigore; attesochè le resistenze, quasi interamente dalle quantità della materia inerte ponno in qualche incontro dipendere.

CAPITOLO UNDECIMO

Della Velocità.

I.

Rarissimi, a mio giudizio, si contano i casi fisici, ne' quali i corpi camminino con equabile velocità; imperciocchè o sono continuamente accelerati dalle forze impellenti, o ritardati dalle resistenze; onde non mai nello stesso stato persistano. Ciò non ostante i Meccanici sul moto uniforme, idea semplicissima, e che nulla in se contiene di ripugnante, anno fondati alcuni primi evidentissimi principj, che felicemente si applicano ad una gran parte degli effetti della Natura, i quali dal movimento pochissime siate vanno disgiunti.

Non può concepirsi la velocità, che subito non si presenti la nozione dello spazio, e del tempo. Trasferito un mobile da luogo a luogo, mi cade in mente di misurare l'intervallo frapposto tra il punto delle masse, e la meta, a cui si perviene: indi mi nasce la curiosità di sapere, quanto tempo si sia impiegato. Egli è vero, che le tre magnitudini tempo, spazio, e celerità sono eterogenee, e conseguentemente tra loro mal comparabili: attesochè per quanto una di esse si accresca non arriva mai a superare le altre, colle quali non passa, secondo Euclide, una legittima proporzione. Ma i Geometri anno trovato il modo di farne uso, non solo per via di analogie, ma riducendole all'egualità; e l'artifizio consiste nell'esporle con quantità omogenee, o siano numeri, o linee, o meglio segni, e spezie analitiche, che ad ogni genere di grandezze del pari si adattano.

II.

II.

Egli è manifesto, e basta metterci un po' d'attenzione, che correndo due corpi per linea retta con eguale velocità, gli spazj trascorsi sono in ragione de' tempi spesi a trascorrerli; che posti i tempi eguali, gli spazj sono come le velocità; e che fatti di pari lunghezza gli spazj, si trovano eguali i prodotti de' tempi, e delle velocità. Quindi nasce la formola generale $s = ut$ (le lettere iniziali s, t, u , dinotano spazj, tempi, e velocità) da cui si cavano i teoremi dimostrati dal Galileo nel suo Trattato de' moti equabili; cioè gli spazj sono in ragione composta de' tempi, e delle velocità; i tempi in ragione diretta degli spazj, ed inversa delle velocità; e le velocità in ragione diretta degli spazj, e reciproca de' tempi.

Se mai le velocità si denno assumere siccome equabili, ci si concede una piena licenza di supporre tali, qualunque volta il mobile cammina in un tempo inassegnabile per uno spazjo infinitesimo. Allora sebbene la velocità non è in rigor geometrico squisitamente costante; tuttavia gl' incrementi, e le diminuzioni sono tanto menomissime, che appartengono ad un ordine inferiore di quantità infinitamente piccole, e cotali sono $u \pm du$. Per la qual cosa in cambio della perfetta uguaglianza, sottratta l'adequazione, e si trascurano le menzionate grandezze, che portano con seco errori non computabili, e nulla turbano le operazioni.

Coloro, che sono avvezzi a maneggiare problemi ardui, e massimamente quelli, in cui si cerca di determinare i moti per linee curve, fanno qual profitto si tragga dalla formola ridotta alle quantità elementari $ds = udt$, nella quale la velocità u è finita, e lo spazjo ds , ed il tempo dt infinitesimi. Di cotale formola debbo far uso nel progresso del movimento, qualunque volta la velocità acquistata sia infinitamente maggiore del suo incremento, o decremento. Ma nel principio del moto, essendo la velocità $= 0$, e in un minimo tempicello acquistandosi per tutt' i gradi una velocità comunque infinitesima, non può mai aver luogo l'ipotesi della costante velocità. In quest'incontri sarà necessario ricorrere ad altre formole.

Sono note le leggi, con cui s'accelera il movimento da una forza costante, e dinotando la forza per f , la massa per m , vengono espresse dalle seguenti formole $\frac{fs}{m} = u$; $\frac{fs}{m} = u^2$, dalle quali deriva la terza $\frac{2ms}{f} = t^2$.

In queste, supponendo s , o t infinitamente piccole, si verranno a determinar l'altre specie, ed a fissare a qual genere d'infinitesimi esse appartengano. Sebbene poi le forze sieno variabili, pure per uno spazietto, e per un tempicello minimo si vogliono considerare come costanti, essendo inassegnabile la loro alterazione; laonde sostituendo in luogo di s, t, u , le infinite forme ds, dt, du , nasceranno le formole appartenenti a qualsivoglia genere di forze; cioè $f \frac{ds}{m} = du$, $2f \frac{ds}{m} = du^2$, $\frac{2m ds}{f} = dt^2$, di cui ne' moti iniziali

abbiamo a valerci. Potrei dalle proprietà indicate dedurre qualche fisica conseguenza, ma la ricerca non è della presente stagione.

III.

Abbracciano concordemente i Fisici un assioma spacciato per irrefragabile, e sovente inculcato dal Cavalier Nevvton, che negli effetti particolari non va considerato il moto comune. Un uomo, o sia trasportato dalla Nave, o pur la nave stia ferma, esercita le medesime azioni con pari facilità, nè si stanca più ad operare nella barca mossa, che nella quietà. Del moto traslato, dietro la scorta dell' Ughenio ho dato un tocco nel primo libro, ma non erano ancora state premesse le cognizioni tutte necessarie per dilucidar la materia. Il pronunziato è verissimo, ogni qual volta i movimenti particolari nel comune nè punto, nè poco influiscono, o pure l'azione è così minima, ed inassegnabile che può trasfondersi. Sarà poi fisicamente vero, quando l'influsso è bensì qualche cosa, ma tale, che il principal effetto sensibilmente non altera. Per altro conviene star bene intesi, per non lasciarsi ingannare; imperciocchè sovente s' inciampa in paralogismi nascosti, ed appena evitabili. E di questa fatta si è quello, in cui sono incorsi li Signori Mac-Laurin, e Turin, impugnando il sistema Leibniziano delle forze vive. L'uno si serve dell'azione di un uomo, e l'altro di quella d'un elastro. Alla seconda io mi appiglio, siccome più conosciuta, massime dappoichè il celebre Leonardo Eulero, per mezzo delle molle, ha dimostrato le leggi della comunicazione del movimento.

Debbo esporre prima d'ogni altra cosa il loro sottilissimo raziocinio. Collocano dentro una barca un elastro chiuso applicato alla palla A, il quale aprendosi le comunichi la velocità $= V = 1$. Chiara cosa si è, che l'energia dell'elastro può esprimersi per l'unità. Indi suppongono la barca dotata della velocità $= V = 1$, colla quale si muoverà di conseguenza il corpo A posto dentro la barca. Aprasi di bel nuovo l'elastro, la speranza, e la ragione dimostra, che egli aggiunge al corpo A la velocità $= 1$, onde si muoverà colla velocità $= 2V = 2$. Se ascoltiamo i Leibniziani, dicono essi, il corpo A sarà dotato della forza $= \frac{4AV^2}{2}$. E qui domandano, donde

risulti un effetto, che supera di gran lunga la propria causa? Egli è certo, che prima dell'azione della verga elastica la sfera A era animata dalla forza A. $\frac{V^2}{2}$ proveniente dal vascello. E perchè attesa la teorica de' movimenti

traslati, il moto, e la quiete della nave non diversifica la impressione dell'elastro, che non è capace di esercitare, se non se la sua solita forza; ne segue, che per tal titolo la nostra palla ne riceverà un secondo grado pari al primo, ed uguale ad A. $\frac{V^2}{2}$. Unite insieme le due forze, una nascente dal

moto uniforme della barca, e l'altra dal vigor immutabile della molla (conciossia che non si può immaginare novella forza, che venga altronde, ed alla sfera si addossi) il mobile camminerà colla forza viva $\frac{2A \cdot V^2}{2}$, e

non mai con $\frac{4A \cdot V^2}{2}$, e conseguentemente colla velocità $= V\sqrt{2}$, e non

colla $2V$, conforme richiede e la ragione, e la sperienza. Per evitare l'assurdo convien adottare la sentenza de' Cartesiani, i quali misurando le forze dalla quantità del moto pretendono, che le cose riescano a dovere, mentre nella massa A risiede la quantità del moto, o sia la forza $2AV$ eguale alle due $AV + AV$, che dalla doppia cagione le vengono somministrate.

IV.

Per aprirmi l'adito ad isvelare l'inganno, io avverto, che un elastro posto dentro una barca, ed applicato al corpo A esercita la sua azione, e contro al corpo, e contro alla barca. Due ipotesi si possono istituire; la prima, che l'elastro nel dilatarsi comunichi, od aggiunga al corpo A la velocità assoluta $= V = 1$; la seconda, che la detta velocità $= 1$ in luogo d'essere assoluta, sia relativa per riguardo alla barca. Della prima ipotesi è stato trattato abbastanza, e dimostrato, com'ella s'accordi colla sentenza del Leibnizio nel Dialogo delle forze vive del P. Vincenzo Riccati: mi tratterò al presente solo nella seconda, facendo vedere, che se dall'elastro nella barca quieta riceve il corpo la velocità relativa $= V = 1$, questa stessa velocità gli sarà aggiunta nella barca mossa, salva la giusta distribuzione delle forze secondo la sentenza del Leibnizio. Chiamo la massa della barca $= M$, quella del corpo $= A$, e supposto quieto il vascello, si spieghi l'elastro, e metta in moto tanto il corpo A , quanto il vascello M . La velocità assoluta del corpo ricevuta dall'elastro si chiami $= x$. Poichè le velocità comunicate dall'elastro ai due corpi, in mezzo de' quali è posto, serbano la ragion reciproca delle masse; il vascello si muoverà colla cele-
rità $= \frac{Ax}{M}$. La velocità del corpo A relativamente al vascello eguagliarle

Due contrarie velocità ora determinate: dunque nascerà l'equazione $Ax + x \frac{M}{M} = V$, d'onde si trae $x = \frac{MV}{A+M}$, velocità assoluta del corpo; e sotti-

tutto questo valore nella assoluta velocità della Nave, la troveremo ==

$$\frac{AV}{A+M}$$

Essendo cosa manifestissima, che le forze vive de' corpi in moto devon desumerfi, non dalle velocità relative, ma dalle assolute; ne risulta la forza viva del corpo $A = \frac{AM^2V^2}{2(A+M)^2}$, e quella della nave ==

$$\frac{A^2MV^2}{2(A+M)^2}.$$

Ma a queste due devefi uguagliare l'energia dell' elastro;

$$2. \frac{A^2MV^2}{2(A+M)^2}$$

dunque essa esprimefi per la formola $\frac{A^2MV^2 + AM^2V^2}{2(A+M)^2} = \frac{AMV^2}{2(A+M)}$.

V.

Passo al secondo caso, in cui supponesi essere trasferita la nave insieme col corpo, e coll'elastro colla celerità == U. Nello spiegarfi dell' elastro s'accrefca al corpo la velocità == z; dunque la velocità levata alla nave == $\frac{Az}{M}$; perciocchè questa è a quella, che il corpo acquista, in ragion recipro-

ca delle masse. Per tanto il corpo si muoverà colla velocità assoluta == $U + z$, e la nave colla velocità == $U - \frac{Az}{M}$. Essendo queste conspiranti, sot-

traendo l'ultima dalla prima, avremo la velocità del corpo relativamente alla nave == $U + z - U + \frac{Az}{M} = z + \frac{Az}{M} = V$ per l'ipotesi; dunque

$$z = \frac{MV}{A+M} : \text{ma lo stesso valore aveva la } x \text{ nell' ipotesi della nave quie-}$$

ta; dunque quella velocità assoluta, che nel primo caso novellamente imprimefi al corpo, si aggiunge nel secondo.

Fa di mestieri determinare la forza viva dalla nave perduta; mercè che questa per mezzo dell' elastro passa nel corpo. Essa prima dell' espansion dell' elastro era dotata della forza viva == $\frac{MV^2}{2}$; aperto l' elastro si

trova aver la forza $= \frac{M}{2} \cdot \frac{U - \frac{AV}{A+M}}{A+M}$. Sottraendo questa da quella ri-

troveremo la forza dalla nave perduta $= \frac{2AMUV}{2 \cdot A+M} - \frac{A^2MV^2}{2 \cdot A+M}$. Seque-

sta si aggiunga all'intera energia dell'elastro, avremo novellamente trasfu-
sa nel corpo A $= \frac{2AMUV}{2 \cdot A+M} - \frac{A^2MV^2}{2 \cdot A+M} + \frac{AMV^2}{2 \cdot A+M}$, la qual formola,

se riducasi alla medesima denominazione, e si faccia la necessaria sottrazio-
ne, si cangia nella seguente $\frac{2AMUV}{2 \cdot A+M} + \frac{AM^2V^2}{2 \cdot A+M}$: ma il corpo prima

dell'espansion dell'elastro era fornito della forza $= \frac{AU^2}{2}$; dunque l'intera

forza dell'istesso corpo, aperto l'elastro sarà $= \frac{AU^2}{2} + \frac{2AMUV}{2 \cdot A+M} +$

$\frac{AM^2V^2}{2 \cdot A+M} = \frac{A}{2} \cdot \frac{U + \frac{MV}{A+M}}{A+M}$, cioè alla metà del prodotto della massa

nel quadrato della velocità assoluta.

VI.

Ricaviamo alcuni corollari. Se la velocità U, con cui si suppone nel
secondo caso viaggiar la nave, si faccia $= \frac{MV}{A+M}$, cioè uguale a quella, che

al mobile si dà in caso della barca quieta, o che se gli accresce nel caso
della barca mossa; si ritroverà la forza aggiunta al mobile esser tripla di
quella, ond'era fornito prima dell'espansion dell'elastro: la qual conse-
guenza mostra, essere affatto insufficiente l'argomento prodotto dai due
celebri Geometri Inglesi.

Se poi si supponesse la barca muoversi colla velocità V , ch'è la velocità relativa acquistata dal corpo per riguardo alla barca, la forza di nuovo introdotta nel corpo A non farebbe, nè dovrebbe essere tripla di quella, da cui era antedecedentemente animato; perciocchè la velocità assoluta nuovamente acquistata non è uguale alla precedente comune col vascello, siccome le formole manifestamente il dimostrano. Ben è vero, che se la massa del vascello fosse infinita, la velocità relativa si adeguerebbe all'assoluta, onde le premesse due ipotesi si unirebbero in una. E questa posizione si verifica fisicamente, ogni qual volta la massa del corpo è fisicamente incomparabile con quella del vascello.

VII.

Nella mia analisi ho supposto, che la forza perduta dalla nave passi nel corpo. Sarà bene metter in chiaro questa verità con alcune riflessioni. L'elastro esercitando i suoi conati non può togliere alla barca un qualsivoglia grado di forza viva, se in se stesso non la riceta; perchè certamente la tolta non si annichila. Dimando per qual mezzo giunga la molla ad acquistare novella forza, oltre quella, che nel rannichiarla s'era antedecedentemente impiegata. Ciò senza fallo non si consegue, mentre non si accresca la coesipazione; imperciocchè altronde la nuova forza non sopravviene. Il moto dunque del vascello stringe di mano in mano l'elastro, e passo passo, e non già di salto, la forza da un corpo all'altro si trasferisce. Ma qui non manca l'azione; conciossiachè la molla, la quale dalla parte C (Fig. 11.) liberamente si spiega, e non incontra salvo che l'inerzia del globo A , non trattiene in se medesima la forza, per così dire, straniera anzi speditamente nella massa A la trasfonde. Basta un'occhiata di mente attenta, per capire, che ci ha da essere necessariamente un notabil divario in ciò, che concerne l'azione, e la reazione dell'elastro, e la forza comunicata alla palla A nella doppia ipotesi, che stia ferma, o che si muova la nave.

Agevolando l'intelligenza dell'artifizioso meccanismo, considero a parte a parte la gemina impressione fatta dalla molla nel mobile A . Provviene la prima dalla forza, per cui si suppone precedentemente corrutata la verga BC , la quale svogliendosi scarica tutto il suo vigore sul corpo A , che in se stesso senza alcuna diminuzione il riceve, mentre la nave, anzi che acquistare, perde forza, e velocità. La seconda procede dagli iterati stimoli della nave. Comincia essa a sollecitare la prima fibrilla BF , che coesipata fa sforzo di dilatarsi, ma non potendo stendersi dal canto B , perchè la forza viva predominante ci mette un insuperabile ostacolo; si volta a premere la vicina FH , e questa la terza, e così di mano in mano, sino a che, pervenuta l'azione all'ultima fibra GC , nella palla A fa passaggio. Continua il giuoco per tutto il tempo, che la molla a ricuperare il suo stato naturale ci spende, e compiuta la restituzione, più non appoggiandosi alla massa A , nè più oltre accelerandola, di conseguenza non sente più l'azione del vascello mosso; se non se in quanto cammina colla velocità impressa, di cui antea prima di rimettersi era fornita.

E con-

E conciosiacosachè gli elementi menomi della nostra verga con pari facilità si comprimono, e si spiegano; ne nasce, che in qualunque istante l'elastro per questo titolo sensibilmente non muta stato; atteso che per conto della nave in moto, le sue fibre non sono successivamente soggette, se non se rispetto alla dimensione, ad uno inassegnabile restringimento. E quanto la fibra BF si serra, e si apre verso H, altrettanto fanno quelle di mezzo per sino all'ultima GC. La forza dunque, ch' esce dal vascello, passeggia da capo a fondo per tutta la serie delle fibrille, e quanta essa è, alla palla A si addossa, senza che l'elastro soffra una computabile alterazione. Per la qual cosa la detta forza, che viene al di fuori, non si oppone, e non perturba l'ordinaria espansione della molla, che in pari tempo si compie, o nella nave immota, o nella trasferita con qualsivoglia velocità;

VIII.

Il P. Riccati ci ha fatti accorti d'una importante cautela, di cui bisogna far uso nella teorica de' moti traslati, principio per altro secondo ed utilissimo, purchè non si applichi a contrattempo. Sino che si tratta di semplici velocità, esso è generalmente infallibile, e sicuro: ma ci vuole una grande circospezione per adattarlo alle forze vive; imperciocchè si corre facilmente rischio di cadere in qualche nascosto paralogismo. Nell'esempio addotto, se i lodati Matematici, che sul movimento trasferito si sono fatti forti, avessero saputo, che seguita l'azione, la forza viva impressa nel mobile A dall'unione delle cause operanti debbe esprimersi per la grandezza

$$\frac{A \cdot U + \frac{1}{2} MV^2}{A+M}, \text{ e per } U + \frac{MV}{A+M} \text{ la velocità relativamente allo spazio}$$

immoto, si sarebbero avveduti, che svaniva la difficoltà da loro promossa. Ma non era così agevole il venir a capo dell'inchiesta, e perciò non è maraviglia, che l'opposizione sia rimasta parecchi anni senza l'adequata risposta.

Per ben valersi del moto traslato, io propongo tre canoni di metodo. Coll'aiuto d'esso si determinino soltanto le velocità assolute, e più oltre non si proceda: indi alzandole opportunamente al quadrato, si faccia passaggio ad investigare la misura delle forze vive: per ultimo si vada in traccia delle cagioni, da cui esse forze vengon prodotte, e se ne separino gli elementi. Tutto ciò nel soggetto, che si è preso a dilucidare, si è puntualmente eseguito.

CAPITOLO DUODECIMO

Si prosegue a discorrere della velocità.

I.

Ripiglio per mano la materia delle velocità, e poste in non calere le metafisiche specolazioni, di cui guari non curano i Fisici, mi riservo a provare ne' seguenti capitoli, che forza non distrugge forza, e nel presente, che trattandosi di velocità contrarie, dee dirsi tutto all'opposto. Qualunque volta un corpo da una data forza si rinviene animato, non se ne può spogliar mai o in tutto, o in parte, se non la impiega a produrre un qualch'effetto proporzionale alla cagione, o vogliam dire alla forza perduta.

All'incontro delle velocità, che da cause separate, e distinte traggono l'origine, e che nella medesima massa si annidano, hasti a prender la somma, se sono cospiranti, e la differenza, se sono contrarie (dell'equipollenti tra poco terrò ragionamento) e sollevando l'una, o l'altra, cioè la somma, o la differenza alla seconda dignità, non ommesse le masse, si conseguirà la vera stima delle forze vive. In fatti per misurarne l'energia, la Natura non tien conto, salvo che delle celerità, che attualmente sussistono, nè mancano ad esso lei gli artifizj per generarle, e per accrescerle, o diminuirle, conforme le circostanze richiedono, tenuta però sempre ferma la necessaria corrispondenza fra le cagioni, e gli effetti.

II.

Nel capo premesso so ne è dato un saggio, ed ora non mi sia disdetto d'aggiugnerne un altro più semplice. Cada la palla A (Fig. 12.) dalla sublimità A, e pervenuta che sia in B animata dalla sua costante gravità, cominci a discendere la seconda sfera C = A dal punto più basso C per la medesima linea del piombo ACD. Prima d'ogn'altra cosa determino il sito D, in cui il globo A urta nel corpo C, e partecipa ad esso una porzione della sua forza acquistata per la caduta. Facciasi come la quadrupla AB alla EC; così la BC alla CD, e sarà segnato il punto D, nel qual segue la percossa. Ora essendo eguali per l'ipotesi le due masse A, C, se saranno ambe fornite d'una squisita virtù di molla, ed anco, se con piace di mole infinitesima, onde la comunicazione del moto si compia in un tempo minimo; attesi i canoni noti, le suddette sfere permuteranno le velocità; per guisa che il solido A, il quale prima del colpo camminava nel punto D colla velocità espressa per $\sqrt{AD}$, e l'altro C colla velocità espressa per $\sqrt{CD}$, pro-

cederanno seguita la collisione, il primo, come se disceso fosse dall'altezza CD, ed il secondo, come se fosse caduto dalla sublimità AD.

Egli è vero, che se AD fosse per avventura quattro fiata maggiore di CD, le velocità sarebbero in ragion doppia, e le forze vive in quadrupla tanto prima, quanto dopo la permutazione, essendosi in molte occasioni dimostrato, che le dette forze si misurano dall'azione della gravità costante moltiplicata nello spazio trascorso, e non nel tempo, in cui percorre: laonde fornito il globo C di un grado di forza per il discendimento CD, debbe guadagnare altri tre acquistati già dal corpo A nella caduta per AC tripla di CD che totalmente li perde, riferbando solo per se il quarto grado, come se principiando a muoversi dalla quiete fosse pombato per la linea CD. Qualmente poi nella comunicazione del movimento fra le masse perfettamente elastiche la Natura distribuisca le forze vive, si altrove ad evidenza spiegato.

III.

Tengasi per indubitato, che le velocità provenienti da principj disgiunti per lo più si avvalorano, o si elidono, qualunque fiata accade, che al medesimo corpo si addossino. Affine di ben capirne l'economia, gioverà trattenerci di proposito sulle velocità composte, che con altro nome sogliono chiamarsi equipollenti. Cammini un mobile per la retta ACB (Fig. 13.) colla celerità equabile rappresentata dalla linea CB, e giunto in C, sopravvenga una impetione istantanea, che lo spinga per la direzione CD colla celerità costante CD; per modo che se il corpo C si movesse primieramente colla prima velocità, e poscia colla seconda, scorrerebbe in tempi pari gli spazj CB, CD proporzionali alle velocità prese separatamente. Tutti i Fisici convengono, che compiuto il parallelogrammo CDEB, e tirata la diagonale CE i moti semplici si complicano, ed il solido è obbligato a volgersi per il diametro CE, e seguendo una media direzione, a progredire colla celerità invariata CE, che viene a formarsi dalla composizione delle due laterali CB, CD.

Questo Teorema suole comunemente dimostrarsi per via del moto traslato. Fingasi, che la retta ACB sia trasportata da una nave, che si muove per la direzione CB, e colla celerità CB, ed appresso che nello stesso tempo strascichi con seco la linea CD raccomandata al punto C, e sempre a se medesima parallela. Si ponga, che il mobile C proceda colla velocità uniforme CD per la retta CD; egli è manifesto, che i naviganti, i quali del movimento del vascello partecipano, vedranno soltanto la palla C mossa con passi eguali per la strada CD. All'incontro coloro, che sul lido dimostrano, ai quali è palese del pari la traslazione del lato CD, ed il viaggio della palla C, quando la linea CD sarà pervenuta a cagion d'esempio in FH, si accorgeranno altresì, che il globo C, il quale attesa la velocità ad esso impressa, non se ne sta ozioso, avrà trascorsa la retta FG, e comparirà loro nel sito G. E perchè gli spazj passati in tempo eguale sono come le velocità, avrassi CB: BE = CD:: CF: FG, e conseguentemente il punto G, e così

così diasi di qualunque altro, farà nel diametro CE. Per la qual cosa il mobile C guarnito della velocità CE in un tempo dato correrà lo spazio CG per la direzione CE equipollente alle laterali CB, CD.

IV.

La dimostrazione ci convince, ma non c'illumina. Non si vede chiaro, da qual meccanismo, e da quali originarij principj venga diretta la composizione delle velocità, e la equipollenza delle direzioni. La cosa è talmente perplessa, che alcuni Geometri si sono lasciati uscir di bocca delle strane proposizioni. I Cartesiani, che fanno essere i due lati del triangolo CDE maggiori della base CE, non han potuto raccapezzare alcun sutterfugio, per tener ferma la debita uguaglianza fra le quantità del moto, misure secondo loro delle forze vive; imperciocchè le quantità del moto componenti $Cx\ CB + Cx\ CD$ colla composta $Cx\ CE$ ponno serbare qualunque proporzione di maggiore inegualità. Anzi taluno d'essi ha con franchezza asserito, che nel caso nostro non trova luogo l'irrefragabile assioma, che stabilisce la necessità corrispondenza tra le cagioni, e gli effetti.

I Leibniziani non pareggiano le partite, salvo che nell'unica circostanza, che l'angolo BCD sia retto. Allora il quadrato $\overline{CE}^2$ della velocità equipollente s'eguaglia alla somma dei quadrati $\overline{CB}^2 + \overline{BE}^2$ delle celerità laterali, sta salda l'eguaglianza fra le forze vive, che fanno figura di cause, o quella, che dal combinamento d'esse ne nasce siccom'effetto. Negli altri casi, fatto l'angolo CDE ottuso, o acuto, mal si rispondono le forze generanti colla generata.

V.

Fa di mestieri per tanto girare diversamente il nostro soggetto. Ed in prima liberiamci da un legieri equivoco. Altra cosa è, che non operando mai la Natura di salto, le velocità CB, CD si formino, e si aumentino in vigore de' successivi impulsi continuamente applicati; ed altra, che le predette velocità si concepiscano già prodotte, e per così esprimermi, amendue innestate nella massa C; onde non ammettano incremento, o diminuzione. Il primo caso non fa a nostro proposito, e sarà colpo di mera fortuna, se il corpo C camminerà con moto variabile per la direzione CE. Per lo più descriverà esso una curva appropriata alla doppia scala de' conati acceleranti.

Ne abbiám l'esempio ne' gravi, che spinti con una celerità equabile per una retta o orizzontale, o inclinata, nel tempo medesimo sono cacciati abbasso per la linea del piombo dalla lor naturale, e costante gravità. Coronocessi per un arco parabolico dalla complicazione de' moti delineato. Cessando la velocità equabile di traverso, il peso accelerandosi discenderà per la verticale, e tolte di mezzo le impressioni sollecitanti, il mobile abbandona la curva, e continua il suo viaggio per la tangente. Quinci obbligati i corpi a descrivere linee curve, la composizione, e la risoluzione delle velocità

tà ha soltanto luogo ne' triangoli elementari, i quali ad ogni minimo passo variano di grandezza, e di posizione; e l'ipotenusa dell'ultimo triangolo, o la flussione della curva prorogata si è quella, che determina la direzione del movimento uniforme.

VI.

Cadono unicamente sotto la mia ispezione le velocità CB , CD in qualunque modo ridotte all'equabile: e per farmi strada ai casi intermedj, piglio a considerare gli estremi. Sia l'angolo DCB infinitamente acuto; egli è manifesto, che le due linee CD , CE coincidono colla terza CB , e costituiscono una sola linea. Si uniscono dunque le due velocità CD , CB , e fanno sì, che il mobile C s'inoltri per la via CB con una celerità uguale alla loro somma $CD + CB$, o meglio colla velocità composta CE , che ambo in se stessa adeguatamente contiene. All'opposto abbiassi l'angolo BCI ottuso a due retti infinitamente prossimo, e le linee CB , CI ci rappresentino le velocità inferite nel solido C ; la retta CI sovrapposta alla CA indica, che la palla è spinta nell'atto medesimo per due strade direttamente contrarie. Ed in ordine a ciò, per misurarne l'andamento, va assunto non più l'aggregato, ma la differenza delle due velocità: di modo che se CB è maggiore di CI , il corpo C s'incamminerà dalla parte CB colla celerità $CB - CI$, ed all'incontro posta CB minore di CI , s'inoltrerà per la via CA colla velocità $CI - CB$. Che se per avventura le due celerità fossero eguali, la sfera C persisterebbe immota nel punto C ; mercè che le velocità opposte scambievolmente distruggonsi.

Succede dunque, che le velocità cospiranti si ajutano insieme, e si avvalorano, e che le contrarie giusto la lor prevalenza si contrastano, ed in tutto, o in parte si elidono. Le forze vive poi si misurano dai quadrati

$CB + CD$, $CB - CI$, ai quali va applicato il binario; imperciocchè non an punto che fare colle velocità componenti, che per farmi intendere io chiamerò virtuali, ma solamente coll'attuale, che dall'accoppiarle risulta, e da cui il mobile secondo le circostanze si trova realmente impressionato.

E se così è, non facendosi transito nella posizione, che abbiain per le mani, dal positivo al negativo, se non se per il nulla; ci farà necessariamente una particolar positura della linea CD , in cui le velocità CB , CD non influiscono punto l'una nell'altra, nè si porgono vicendevolmente o soccorso, o impedimento. Il principio generalissimo dell'indifferenza ci fa toccar con mano, che ciò dee intervenire nel caso unico, mentre cioè l'angolo DCB sia retto. E la ragione si è, che la celerità normale CD non piegando più verso la CB , che verso la CA , non può mai accrescere la velocità CB coll'aggiunta d'una celerità cospirante, nè diminuirla colla sottrazione d'una contraria; non essendoci motivo di sorta, per cui deggia seguire piuttosto l'uno, che l'altro effetto.

Per la qual cosa le due forze vive laterali $\overline{CB}^2$, $\overline{CD}^2$ dalle quali nel

tempo stesso si rinvien affetto il corpo C, e che da principj distinti traggono l'origine, non turbandosi mutuamente nè punto, nè poco, si conservano intatte, e mantenendo il loro primitivo vigore o agiscono separate, o insieme congiunte per via della composizione, sono egualmente valevoli a produrre effetti pari. Ed in vero essendo il quadrato dell'ipotenusa CE uguale ai quadrati delle linee CB, BE, che formano l'angolo retto; si cava di conseguenza, che la forza composta alle componenti esattamente s'aggiuglia. Il raziocinio alla risoluzione si estenda; mentre ogni ragion vuole, che la forza equipollente $\overline{CE}^2$ non possa separarsi in due,

che scambievolmente nel generarsi non si contrastino, se le laterali non comprendono un angolo retto, e l'apice del triangolo CDE non sia alla periferia di un cerchio, che abbia la retta CE per diametro.

VII.

Per far passaggio con chiarezza alle forze, io m'immagino un corpo collocato dentro una nave, al quale sia applicato un elastro, che nello sciogliersi sia valevole di cangiare il suo stato. La soluzione, che abbiám data nel capitolo precedente al sottile argomento de' Signori Mac-Laurin, e Jurin, fa vedere, che non egual forza s'introduce nel corpo nelle due ipotesi della nave quieta, e della nave mossa per l'espansion dell'elastro. Questo caso, che è il più semplice di tutti gli altri, perciocchè la stessa è la direzione dell'elastro, e della nave mentre cammini, ci dee fare avvertiti, che quando la direzione dell'elastro faccia un qualche angolo colla direzione della nave, la molla non agirà egualmente contro del corpo o stando in riposo la nave, o essendo fornita di movimento. Io son d'avviso, che chi entrasse in cotal ricerca, la quale per certo è degna della industria, e dell'attenzione de' Geometri, paleserebbe dimostrativamente, che sebbene lo stesso elastro o stando ferma, o viaggiando la nave, comunicherebbe al corpo per la sua direzione la stessa velocità; pure non eserciterebbe contro ad esso una egual azione. Ma di buona voglia sgravandomi dal peso d'intricati calcoli, amo di battere un'altra strada, che ci aprirà un metodo più spedito: e per maggiore facilità considererò in appresso essere la massa della nave infinita per riguardo a quella del corpo.

La riflessione di sopra fatta, che una velocità non accresce, nè diminuisce un'altra, che le sia perpendicolare, patentemente dimostra, che l'elastro, se sia normale alla direzione della nave mossa, comunica al corpo la stessa forza, o cammini, o stia in quiete il vascello. La ragione è manifesta; perciocchè essendo la nave infinita, tutta l'energia dell'elastro si trasfonde nel corpo, e la nave niente perde della sua forza, e nell'un caso, e nell'altro. Quindi è, che i quadrati delle due velocità laterali CB,

CD

CD posto l'angolo DCB retto, s'eguagliano al quadrato della diagonale CE. Fissiamo dunque siccome principio certissimo, che risolvendo una velocità in due, che formano un angolo retto, o componendone due, che sieno a squadra, non cangio per nulla la forza, che v'ha in Natura, surrogando eguale all'eguale, il qual principio ci somministra un metodo spedito per trattar gli altri casi più involuppati.

VIII.

I passi mossi ci anno guidato alla metà del cammino, onde non lungo viaggio resta da farli. Non bisogna contentarsi d'una sola composizione, o risoluzione introdotta dalle circostanze; ma usando il metodo indicato convien passar oltre alla seconda, e tal fiata alla terza, finattantochè le cose si riducano a tale, che le velocità laterali concorrendo ad angolo retto l'una nell'altra non influiscano. Calate da due punti D, E sopra la retta CB le perpendicolari DK, EL, si noti, che la velocità obliqua CD si risolve nelle due KD, CK. La prima discosta il mobile dalla retta CB per la normale KD, e così le direzioni in nessun conto si turbano: l'altra CK, che non devia dalla CB, lo porta per la medesima strada; laonde le due velocità cospiranti vanno insieme congiunte, e deesi considerare il corpo C procedente per la linea CB colla somma delle velocità $CB + CK = CL$. In fatti il moto per l'inclinata CD s'impiega del pari ad avvicinare proporzionalmente la palla per un verso alla parallela DE, e per l'altro alla perpendicolare LE, e le misure degli accostamenti dalle rette KD, CK si desumono.

Piglio la cosa sotto un differente aspetto, e lasciata nel suo essere la velocità, e la direzione CD, mi faccio a risolvere colla premessa avvertenza la celerità CB, ovvero la equivalente DE. Prorogata dunque la linea CD, dal punto E tiro ad essa la normale EM. E perchè la velocità DE si compone delle due DM, ME, che tagliandosi in M ad angolo retto vicendevolmente non si modificano; ne segue, che il solido C sarà spinto per la direzione CD colla velocità $CD + DM = CM$; e si approssimerà alla parallela BE colla celerità ME. In ambo le ipotesi esposte non si diversificherà punto l'effetto; conciossiachè il mobile sarà astretto a camminare per la strada di mezzo CE, e ad acquistare la velocità equipollente CE.

Ci viene insegnato dal nostro metodo, qual forza debba dall'elastro trasferirsi nel globo C, acciocchè riceva la velocità CD, essendo prima dotato della CB. La forza, di cui si trova al fine fornito s'eguaglia a

$$\frac{C}{2} \cdot \overline{CL}^2 + \overline{LE}^2: \text{ ma prima dell'espansion dell'elastro era animato dalla}$$

$$\text{forza} = \frac{C}{2} \cdot \overline{CB}^2; \text{ Dunque la forza richiesta sarà } = \frac{C}{2} \overline{CL}^2 + \overline{LE}^2 - \overline{CB}^2$$

$$T \text{ e } =$$

$$= \frac{C}{2} \cdot \overline{CD}^2 + C \cdot B \cdot CK.$$
 Se la sfera C fosse spogliata d'ogni altra velo-

cità, a comunicarle la CD farebbe d'uopo della forza
$$= \frac{C}{2} \cdot \overline{CD}^2$$
: dunque

a darle la stessa velocità, mentre precedentemente viaggiava colla CD, dee ricevere forza maggiore, e l'eccesso s'esprime per $C \cdot C \cdot B \cdot CK$. Questa conseguenza è adattata alla figura, che mostra l'angolo DCB acuto. Se il detto angolo fosse retto, la $CK = 0$, onde viene ad annullarsi l'eccesso. Se poi l'angolo sia ottuso, la CK divien negativa, e l'eccesso passa in difetto, e per conseguenza minor forza sarà necessaria a comunicar la velocità CD viaggiando la nave, che stando ferma.

Da qui è facile imparare, quale sia la forza perduta dalla nave, o acquistata. Supponendo la nave quieta, veggiamo essere l'energia intera dell'elastro
$$= \frac{C}{2} \cdot \overline{CD}^2$$
; dunque la forza, la quale oltre l'energia dell'elastro

riceve di più il corpo in caso dell'angolo acuto, o riceve di meno in caso dell'angolo ottuso, è espressa per il rettangolo C. C B. CK: ma la forza, ch'egli di più acquista, è perduta dalla nave, e quella, che riceve di meno, è la acquistata dalla stessa nave, secondochè insegnano le cose spiegate; dunque si è determinata la forza, che si toglie, o si accresce alla nave $= C \cdot C \cdot B \cdot CK$, la quale nell'angolo retto si trova nulla.

A dichiarar meglio la cosa avverto, che in luogo dell'elastro, la cui direzione è CD, e l'energia $\frac{C}{2} \cdot \overline{CD}^2$, posso sostituire due elastri ad an-

golo retto, le cui direzioni sieno CK, KD, e l'energie $\frac{C}{2} \cdot \overline{CK}^2$, $\frac{C}{2} \cdot \overline{KD}^2$,

che unite eguagliano l'energia $\frac{C}{2} \cdot \overline{CD}^2$. Quanto al secondo elastro, il

quale è perpendicolare alla velocità CB, questo trasfonde tutta intera la sua energia nel corpo per modo che nulla altera la forza del vascello. In riguardo all'altro elastro CK ci si presenta l'ipotesi considerata da' Signori Mac-Laurin, e Jurin, di cui abbiamo parlato nell'antecedente Capitolo. Contraendo per tanto le formole ivi esposte alla supposizione della nave infinita, discopriremo le stesse conseguenze per' anzi ricavate coll'altro metodo. Le medesime riflessioni vengono a fella, quando data la velocità CD debba ricevere il corpo la velocità CB.

IX.

Ricorrendo al moto traslato sarà bene mettere sotto degli occhi come per opera della velocità CD s'aggiunga alla velocità CB la CK , e per opera della CB s'aggiunga alla CD la DM . Colloco dunque il corpo C sopra un vascello, il quale proceda equabilmente per la direzione DK colla celerità DK . Coloro, che stanno fermi sulla spiaggia, non vedranno mai il mobile staccarsi dalla retta CL . Ma quale sarà la sua velocità? non certamente la CB , ma bensì la formata dalle due $CB + CK$, o vogliamo dir la CL . In tal posizione dunque rispetto ai predetti Spettatori la palla C realmente cammina per la strada CB , e colla celerità CL , una porzione della quale, cioè CK , che deriva non mica dal moto della barca, ma dall'obliqua CD , si aggiunge siccome cospirante alla CB , e ne accresce il movimento.

Similmente facciasi, che la navicella volti il suo corso per la direzione EM colla velocità EM , ed accaderà, che si offervi dal lido la sfera C progredire senza dilungarsi dalla linea CDM , ed acquistare l'aumento di velocità DM proveniente dalla CB , o sia DE ; di modo che per un verso la celerità CD si accresce, e per l'altro quella del vascello esposta dalla normale EM , relativamente alla impressa DE si minora. In ambo le posizioni i Naviganti, che del moto della barca sono a parte, mirano il globo C procedente giusta il diametro CE , e spinto dalla velocità equipollente CE . O convenien dunque dar di penna al principio del moto trasferito applicato alle sole velocità, o possiamo, per venir a capo della nostra ricerca, servirci senza scrupolo delle velocità CL , CM , che non sono mica totalmente immaginarie, e create dal Geometra, ma compariscono ad esso lus siccome fisiche, e reali, se dalla terra ferma le mira, ed appunto tali, quali nelle dimostrazioni le assume. Non si vuole dissimulare una difficoltà. Per comporre la velocità equipollente CE abbiamo a valerci delle due velocità laterali CL , LE , o piuttosto delle due CM , ME ? Non essendoci ragione, che militi per l'uno, o per l'altro pajo, la Natura starebbe in ambiguo. In fatto ella non riconosce, salvo che la velocità CE diretta per il diametro nascente dalle suddette coppie, e da altre infinite, che nello stesso effetto cospirano. E se il vascello mosso colle condizioni prescritte ci pone innanzi le celerità CL , CM ; avvertasi, che fa di mestieri perder di vista le due LE , ME . Per la qual cosa le velocità CL , CM , che attesa la lor direzione, dai moti normali della nave non sono in conto alcuno turbare, coll'aggiunta dell' analoghe LE , ME ci somministrano il modo di dimostrare la legge, di cui mai la Natura non si dimentica, cioè l'egualità tra le forze vive laterali, e la diagonale. Quindi d'ambo le coppie indicate egualmente in via di metodo possiam valerci; perchè ambedue le strade vanno a metter capo nella medesima verità.

E nel tempo stesso si rifletta, che del principio del moto traslato bisogna saperne fare buon uso, e servirsene con cautela, secondochè le circostanze richiedono. So ancor io, che si potea dirigere la nave per ogni ven-

to:

to: ma tutte le innumerabili direzioni, trattone le due restè adoperate, che sono perpendicolari ai lati CB, CD, in vece di sviluppar la faccenda, vie più la imbrogliono. A cagion d' esempio muovasi la barca per la retta DC colla velocità DC; egli è certo, che il mobile C non abbandonerà il sentiero CB rispetto coloro, che dalla spiaggia lo guardano: ma dal movimento del vascello verrà strascinato in senso contrario colla velocità KC, per guisa che l' osserveranno incamminarsi verso L affetto soltanto dalla celerità KL. Per la qual cosa fa d' uopo determinare le direzioni della navicella in maniera, che il trasporto d' essa non turbi in conto alcuno la velocità CL accrescendola, o minorandola: lo che si ottiene, quando le celerità laterali CL, LE costituire ad angolo retto equivagliano alle oblique CB, BE, e mutuamente non si frastornano.

X.

Spendo alquante parole intorno quelle velocità, che con opposta direzione si elidono. Sia (Fig. 14.) l'angolo BCD ottuso, e le linee CB, CD ci rappresentino le due direzioni, e le due velocità al mobile C comunicate da due differenti azioni. Lasciata cadere dal punto D sulla retta AB la perpendicolare DK, la celerità CD si risolve nelle due DK, KC fra loro nè cospiranti, nè contrarie. In questo mentre la CK direttamente si oppone alla CB; laonde se ne dee prendere la differenza, e tre casi possono succedere, secondochè l'apotome $BC - CK$ ci dà una quantità, o positiva, o negativa, o nulla. Nel primo caso, in cui BC supera CK, il diametro CE del parallelogrammo CDEB, per il quale il corpo C attualmente dee procedere, piega verso CB formando l'angolo acuto ECB. Nel secondo, quando cioè BC è minore di CK, interviene al rovescio, e la diagonale CE inclina dalla parte CK, e si dilunga dall'altra per via dell'angolo ottuso ECB.

Così si determina da che lato il moto prevaglia, e non se ne desume già l'indizio dall'essere la velocità CD maggiore di CB; perchè ciò non ostante bene spesso la retta CK è più picciolo della CB. Allora il mobile si torce dalla banda sinistra CB, laddove si torcerebbe a destra, qualunque fiata accadesse all'opposto. Se poi, ed ecco il terzo caso, fossero eguali le quantità CB, CK, il mobile starebbe in bilancia fra le due contrarie direzioni CB, CK, e camminerebbe per la CE perpendicolare a CB colla celerità CE; per guisa che se il vascello si movesse da E in C colla velocità stessa, gl' spettatori della terra ferma vedrebbero la palla C starfene in quiete nel sito C.

XI.

Viene a festa un teorema elementare, che dalle dimostrazioni di Euclide si cava per via di corollario: ed è, che in qualsivoglia parallelogrammo i due quadrati delle diagonali sono eguali ai quattro quadrati dei lati. Per quella medesima quantità, con cui il quadrato del diametro DB opposto all'angolo ottuso DEB supera i due quadrati DE, EB, il quadrato dell'

al-

altro diametro CE opposto all'angolo acuto CDE resta superato dai due quadrati CD, DE. Applico la proposizione alle forze vive, e dico, che le quattro laterali alle due diagonali si agguagliano. Fassi dunque una giusta compensazione, la quale altronde non può nascere, fuorchè dalla inclinazione degli angoli, che uniti compion due retti, e dalle direzioni delle velocità in parte conspiranti, o contrarie.

Le conclusioni superiormente dedotte si uniformano talmente alle verità altronde conosciute, ed alle leggi generali, ed immutabili della Natura, che io mi lusingo d'aver sparso qualche nuovo lume sulla teorica delle velocità equipollenti, e de' moti traslati. Se per l'una parte nel presente incontro non ci s'affaccia veruna assurda conseguenza in riguardo alle forze vive misurate alla foggia del Leibnizio, e se per l'altra ne abbiamo tante dimostrazioni nell'opere de' migliori Geometri dell'età nostra, e specialmente in quelle del Signor Giovanni Bernoulli, siamo astretti a confessare, non ostante le anticipate prevenzioni, doverci questo canone, che in qualsivoglia occasione di fare la sua comparfa non manca mai, assumere siccome un principio fondamentale, ed infallibile, a cui si appoggia la Dinamica. Ho insinuato abbastanza qual uso abbia a farsi delle velocità, e delle quantità del moto, le quali per se stesse, almeno in linea di cause primarie, non danno norma agli effetti fisici, e solamente in figura di regole secondarie, e dalle principali dipendenti ci si presentano. In tal modo, e non altrimenti vogliono maneggiarsi colla debita circospezione.

CAPITOLO DECIMOTERZO

Delle potenze, e delle azioni.

I.

Quando io mi accingo a ragionar della forza, entro mal mio grado in un laberinto di difficoltà poco meno che inestrigabili. Per uscirne con franchezza, la sola ragione avvalorata dai fenomeni me ne può porgere il filo: ma temo, che a mezza strada mi si rompa in mano, tanto è lungo, ed intralciato il viaggio. Fa d'uopo dunque camminare a passi lenti, e sospesi, ed aver l'occhio intento da un canto alle mosse, e dall'altro alla meta; conciossiachè se non si prenderanno di mira amendue gli estremi, si corre rischio di aggirarsi senza mai trovare nè capo, nè via per sentieri obliqui, ed incerti, i quali al luogo d'onde siamo partiti sovente ci riconducono.

Per procedere con buon metodo fa di mestieri togliere quegli equivoci, che s'appiattano in questa parola Forza, distinguendo diligentemente i diversi generi di forza, di cui serve la Natura. In prima considero la forza in figura d'una mera potenza, quando soltanto si adopera in premere, e nulla più, viene a dire ogni qual volta impedita da un qualche ostacolo insuperabile, non è valevole a produrre qualunque effetto, ed in continui

co.

conati il suo vigore si perde. In secondo luogo rimossi gl' intoppi, le menzionate potenze si mettano in libertà, e dalsi agio ai loro conati di usare la propria energia. Accompagneranno esse passo passo, e con nifi variabili il mobile, a cui per sorta si applicano, per un dato spazio, e per un dato tempo, fino a tanto che le fibre del corpo agente, che si suppongono in uno stato violento, interamente si sviluppino, e riedano alla loro naturale misura, ed affatto cessi l'azione. In terzo luogo gl' impulsi uno dopo l'altro al mobile paziente si partecipano, il quale, benchè a grado a grado in se li riceva, tutti e quanti sono nel suo seno li raccoglie, e conserva.

Ed è notabile, che nella causa le azioni sono successive, e replicano senza interruzione le spinte: laddove nell' effetto si accumulano, e divantano simultanee, e permanenti. Per la qual cosa se a tre generi di forze da me accuratamente distinti proprietà differenti convengono; richiede il buon metodo, che con tre nomi si esprimano; onde non si confondan le idee, come pur troppo è accaduto. Chiamerò dunque le prime potenze, nifi, o forze morte: le seconde forze continuamente applicate, ed acceleranti, o meglio azioni di forze morte: e le terze forze vive. In quale buon senso le forze vive si pongano nel numero delle forze, tra poco lo spiegherò con chiarezza. Per ora basti sapere, ch' esse eguagliano un aggregato d'impresioni elementari esercitate a poco a poco dalle forze morte sollecitanti, ed in solido alla massa paziente comunicate. Colle premesse avvertenze ci verrà fatto di camminare per un sentiero sgombero d'ogni intoppo, e d'evitare i paralogismi.

II.

Della trina dimensione impenetrabile, e de' suoi principali attributi ho discorso abbastanza, e dalle verità già stabilite si dee cavare una legittima, ed infallibile conseguenza, che nella idea originale della materia non si contiene la forza. E qui si rifletta, che le proprietà alla materia essenziali, cioè la quantità continua, l'impenetrabilità, l'inerzia indivisibilmente l'accompagnano; per guisa che lo spogliarla di taluna di esse è lo stesso, che annichilarla. Oltrechè costituendone la natura, e sto per dire la realtà, immutabili, ed invariate persistono, e non ammettono incremento, o diminuzione. Un pezzo di materia è sempre tale in qualsiasi circostanza, ed ugualmente inerte, ed impenetrabile.

All'incontro non è necessario, che un corpo sia corredato di forza. Può acquistarla, e perderla, e ciò non ostante nel suo vero essere mantenersi. Ha dunque una perfettissima indifferenza per sostenere qualsivoglia grado di forza, poggiando per un senso all'infinito, e per l'altro discendendo all'infinitesimo. Egli è verissimo, che una data qualunque massa non richiede indispensabilmente d'esser animata dalla forza: ma se fosse affatto incapace di riceverla nel suo seno, verrebbe senza fallo adistruggersi.

E questo si vuol intendere di qualunque de' tre generi di forza, che abbiamo poc'anzi distinti. Imperciocchè la stessa materia può sostenere maggiori, e minori conati; può essere animata da maggiore, e minore azione, e per

e per conseguenza può in se riceverè maggiore, e minor forza viva, che dalla quantità dell'azione dipende. Un corpo non farebbe più corpo, se ripugnasse onninamente a mettersi in movimento, ad essere trasportato da sè a sè, e se una parte con l'altra non potesse permutar luogo; imperciocchè allora equivocherebbe collo spazio inane, il quale si finge immobile. Appresso l'impenetrabilità, e l'inerzia farebbono proprietà della materia, ma totalmente inutili; atteso che avendo esse relazione al cangiamento di stato, se ne starebbero eternamente scioperate, ed oziose, ogniqual volta qualunque mutazione fosse impossibile.

III.

Ed appunto giacchè nella materia risiede una ripugnanza a variare stato, ed aspetta essa di sussistere sempre mai nella costituzione, in cui si ritrova, o di quiete, o di moto; abbiassi per una palpabile contraddizione, che la materia possa giugnere a tanto d'imprimere a se stessa qualsivisa forza, e che da se mutando stato si scordi della sua inerzia. Da qual fonte scaturisce una virtù spiritosa, ed attiva, che alle menzionate passive affezioni delle masse corporee non ha proporzione di forza, anzi vi si oppone direttamente? E poi fra gl'infiniti gradi di forza, de' quali un dato corpo è capace, chi fa dirmi lo perchè ad uno piuttosto che all'altro diafi la preferenza? Da chi vengono preferitti i limiti, per modo che un pezzo di materia, quasi direi nel suo grembo, concepisca un dato conato, e non più, sia avvalorata da una data azione, e poi si arresti nel corso, e piuttosto da una, che da un'altra quantità di forza viva venga animata? Egli è evidente, che a cotali effetti nè determinati, nè determinabili non si assegneranno mai cagioni proporzionate; imperciocchè dove domina una totale indifferenza, nessuna causa s'impiega, e nessun effetto si genera.

La ragione, e l'esperienza m'insegnano, che la forza ad un corpo fa passaggio per mezzo di un altro. E questo d'onde l'ha tratta? Certamente da un'altro, e così di mano in mano. O bisogna dunque ingolfarsi nell'oceano dell'infinito, senza speranza d'afferrare il lido; o pervenire a quel corpo fra gli altri distinto, e privilegiato, che a guisa di sorgente inesaurita di continuo produca forza, ed alla pigrizia altrui incessantemente supplisca. Ma quale, ma quanta forza da esso passo passo germoglia? Qui torna in campo l'indifferenza, ne ci farà chi tra gl'innumerabili gradi di forza me ne assegna un particolare, e determinato; essendo tutti i possibili egualmente a fortir proclivi. Oltrechè il menzionato corpo saria d'indole onninamente diversa da'suoi compagni, e dovrebbe concepirsi dotato bensì di estensione, e d'impenetrabilità, ma sproveduto d'inerzia, e sempre a cangiare stato molto prontissimo.

IV.

La forza pertanto, da cui sono i corpi animati, procede infallibilmente da un eterno principio, e non è radicata nella essenza della materia, la quale

può sostenerla, e conservarla, ma non produrla. Quindi appare, quanto s'è discostati dal vero gli antichi Filosofi, che l'anno creduta nella estensione intimamente inserita: sebbene Epicuro, preveduto forse l'inconveniente, ha messo in iscena la gravità universale produttrice del moto discensivo degli atomi verso un centro immaginario. Potrebbe essere, che i moderni Neutoniani attribuissero alle favorite attrazioni l'origine delle forze: ma secondo me le predette Sette con nessun profitto si tirano un passo addietro; conciosiacchè resta a provarsi, che nell'idea primitiva della materia si racchiuda il conato pesante, o la virtù attrattrice: contro le quali proprietà, di cui non si additano i principj, militano le ragioni medesime, che intorno la forza in generale testè si sono allegate.

Per accertare il vero facciamci a contemplare la gran mole della materia creata. Era impossibile assolutamente, che per un verso poggiasse ad un infinito metafisico, e trascendente, e che per l'altro discendesse fino al punto, cioè fino ad un impartibile infinitesimo. Si è dunque compiacciuto l'Autore sapientissimo delle cose di moderarla con due necessarie determinazioni: l'una riguarda la quantità, e l'altra la divisione, ed ambo non escano dai confini del finito per que' motivi, che altrove si sono a lungo dedotti. Se da un poter sommo, e libero non si fosse vinta l'infinita indifferenza, che risiedeva nella materia concepita siccome possibile, non sarebbe mai fortita dall'abisso del nulla. Per la qual cosa si è dovuto scegliere un sistema regolato da un temperamento, e dalle congrue modificazioni, nel quale, esclusa qualunque necessità, riluce egualmente la potenza, il sapere, e la libertà del supremo Artefice.

Ma ciò non bastava alla intenzione, ed ai fini, che Dio Ottimo Massimo nella sua mente s'era prefissi. Ed in fatti che comparsa farebbe la materia lasciata nel suo essere primitivo, e fornita soltanto di trina dimensione, e d'inerzia. Sarebbe una massa informe, oziosa, ed indigesta, di cui altro non si potrebbe dire, se non ch'è materia. Bisognava dunque metterla in moto, ed animarla colla forza, la quale non potendo pullular dal suo interno, dovea da un Agente al di fuori esserle conferita: e da un Agente tale, che in numero, e in misura la dispensasse, e la compartisse a suo beneplacito in una parte più, e meno altrove.

E siccome anco la forza, che può crescere, e scemare, cade sotto l'idea generale della quantità; così in esso lei domina una pienissima indifferenza. Può accostarsi all'infinito, ed all'infinitesimo amendue assoluti senza mai giungervi; perchè se li toccasse, darebbe di petto nell'assurdo: e perciò al pari della materia ha bisogno di limitazione, ed il limite chiama indispensabilmente la scelta, e la scelta richiede una libertà determinante. La forza dunque entra nel sistema temperato dell'Universo, e ne compie la partecipazione. Iddio ne ha eletto, e prodotto una quantità nè più, nè meno proporzionata a' suoi disegni, e corrispondente alla magnitudine, ed al partito della materia inerte, cui l'ha addossata. Per la qual cosa si dee riporre nell'ordine delle grandezze finite quella forza in solido, ch'efiste attualmente in Natura; imperciocchè mi sembra una ripugnanza, che ad una mole finita di estensione si adatti una forza infinita.

V.

V.

Premesse cotali avvertenze, che appartengono alla forza in generale, sarà ben fatto, che ci fermiamo a trattar con minutezza delle forze morte, delle loro azioni, e degli effetti indi derivati, o sia delle forze vive. Per nome di forze morte altro non si vuole intendere, se non se quelle potenze, le quali entrando in azione son valevoli di cangiar lo stato de' corpi. Ne possiam distinguere di due generi: le prime cangiano lo stato del corpo col portarlo tanto dalla quiete al movimento, quanto dal movimento alla quiete, come la gravità, l'elasticità, ed altre simili; le seconde mutano lo stato col diminuire, o coll'estinguere il movimento nel corpo: di tal genere sono la tenacità, la frizione, ed altre. Parlando in rigor geometrico, l'unico criterio, onde ci si manifesti la giusta estimazione delle potenze, o delle pressioni, sono le potenze, e le pressioni medesime. Taluna di queste potenze, o più generale, o meglio conosciuta si assume come misura delle meno palesi, e l'ingegnoso Cristiano Ughenio si è valso della gravità costante per icsoprire le proprietà delle forze centrifughe.

VI.

Sino a tanto che da qualche ostacolo insuperabile viene ad esse conteso l'esercizio delle loro azioni, si accoppiano con una eterna quiete, e tutto il loro vigore consiste nel premere, e nello sfiancare, impiegando gli scambievoli, ed inutili sforzi per sottrarsi dallo stato violento, in cui si rinven-gono. Ma perchè ciascheduna d'esse in particolare non può vincere le vicine, alle quali s'appoggia, e che con pari conati la tengono in freno; non segue effetto di sorta, atteso l'esatto, e non mai interrotto equilibrio. Se poi si tolgono di mezzo gl'intoppi, i nisi non se ne stanno oziosi, volgendosi verso dove cessa, o si minora la resistenza: e così nasce l'azione, e la forza viva, e ne risulta il moto locale. Poichè la forza viva si è generata, se il corpo incontra una potenza, o una resistenza, la cui direzione sia contraria alla direzione della velocità, s'esercita da essa un'azione, che chiamerò negativa, per cui la forza viva si minora, ed il corpo si avvicina alla quiete.

In cotal economia della Natura altro non vi ha se non l'azione della potenza, ch'è la vera causa, e la mutazione dello stato seguita nel corpo, ch'è il vero effetto. Nulla però di manco è tornato in acconcio a Geometri d'immaginarsi, che l'energia delle azioni elementari venga nel corpo trasfusa, raccolta, e conservata, al qual cumulo anno essi dato il nome di forza viva. L'utilità di cotal idea si fa palese nelle azioni negative relativamente alle quali si considera siccome curva la forza viva, che si distrugge, e la reazione siccome effetto; la qual mutazione mentale di causa in effetto, e di effetto in causa non porta verun disordine alle operazioni della Natura. E per questa ragione la forza viva si colloca nel numero delle forze.

V v z

Sta-

Stabilite in tal guisa le idee non vi ha Filosofo, che possa richiamar in dubbio non altro esser l'azione, se non se le infinite, successive, iterate sollecitazioni, colle quali la potenza accompagna il corpo. Ma perciocchè nel movimento intervengono due elementi, cioè il tempo, e lo spazio, è nata oscuratissima controversia, se il tempo, ovvero lo spazio sia la misura, relativamente alla quale la forza morta va i suoi impulsi, o sollecitazioni moltiplicando; e se la minima azione voglia porsi in ragion composta della potenza, e del tempicello, ovvero della potenza, e dello spazietto. Non voglio presentemente risare il già fatto, ma supponendo le dimostrazioni già prodotte, prenderò dallo spazio la misura dell'azione, e su questa ipotesi saranno in avvenire fondate le mie deduzioni. Con tutto ciò quando mi si porgerà opportuna occasione, non mancherò di porgere nuova luce sopra una tal verità, adducendo quelle ragioni, che vie più la rischiareranno. Per ora mi fermerò nel mettere in veduta alcune leggi, onde le potenze agenti son regolate.

So benissimo, che intorno le sollecitazioni successivamente agenti si sono affaticati con esito fortunato i più valenti Geometri del nostro secolo, fra quali, ommessi gli altri per brevità, il Newton, il Varignon, il Bernoulli, l'Ermanno, ed il P. Grandi, e che dopo una sì copiosa ricolta a me non resta, salvo che andar ragunando alquante spighe lasciate addietro; mentre non intendo di farmi ricco dell'altrui messe. Mia intenzione si è di stabilire i primi elementari principj della Dinamica, e di trattenermi su certi particolari, che quantunque a prima vista pajano di picciol momento; per non essere tuttavia abbastanza capiti, partoriscono frequenti equivoci, ed ostinate dissensioni.

VII.

Per metter in chiaro il progresso della Natura, abbiasi (Fig. 15.) l'elastro AB , cui convenga nello stato suo naturale la lunghezza AC , ma che da una esterna violenza sia stato compresso, e ridotto alla misura AB . Se egli è trattenuto da due ostacoli insuperabili ne' punti estremi A , B , onde non possa spiegarsi; ognuna delle fibre, di cui è composto, conforme si è detto, di forza morta è fornita consistente in un perenne conato di recuperare la sua primiera dimensione, ma senza profitto; perchè le propinque vi si oppongono con nifi eguali, e contrari.

In quello mentre, levato l'intoppo in B , vi si sostituisca il mobile B . Questa massa, che all'azione dell'elastro non contrasta se non se colla sua inerzia, non è valevole d'impedire, ch'esso dalla parte B non si svolga, e non si dilati; conciossiachè l'inerzia, se la quantità della materia, a cui è proporzionale, non fosse per avventura infinita, cede prontamente a qualunque impressione di forza morta. Quindi posta la molla in libertà, accompagna essa la sfera B per tutto il tratto BC , oltre a cui non si estende; imperocchè recuperata dall'elastro la sua natural dimensione, non ha più forza di spingere innanzi il corpo B . E quand' anche in vigore dell'imperio concepito seguitasse a dilatarsi verso G , la sua velocità, che in tal caso an-

de-

derebbe scemando fino a diventar nulla; sarebbe sempre minore di quella, con cui nel sito C cammina tanto la palla, quanto l'estremità della verga elastica; laonde mancano gl'impulsi acceleranti, qualora il globo fuggendo con maggiore celerità dall'elastro si stacca.

A misura che si moltiplicano le spinte, ricresce la velocità. Nel cominciamento del moto, cioè nel punto B, è inassegnabile, ed in progresso acquista polso, e lena, finattantochè nel sito C diventa la massima, ch'edat mobile B può guadagnarli, e si espone a cagion d'esempio dallaretta CD normale alla direzione del movimento. Ne' luoghi intermedi, come in E, ci venga espressa dalla perpendicolare EF, e così di mano in mano; per guisa che i punti B, F, D ed altri innumerabili appartengano tutti ad una curva regolare, che ci rappresenta la scala delle velocità crescenti. Se nel punto E cessasse affatto l'azione della molla; non v'ha dubbio, che il solido B seguirebbe a camminare per il tratto vano, ed indefinito EG colla celerità invariata EF. Ma perchè si suppone, che l'elastro tuttavia proseguisca a stimolare la palla B; egli è manifesto, che nel luogo E, come parimente in tutti gli altri punti dello spazio, che si percorre, riceve la palla nuove impressioni da quella forza, per cui l'elastro si va spiegando.

Dalla notissima proprietà della molla d'essere tanto più vigorosa, e resistita, quanto è più chiusa, e compressa, ne segue, ch'èserciterà essa la sua maggiore attività nel punto B, e la minima, o piuttosto nulla nel punto C: è diminuendosi questa forza accelerante non già di salto, ma per via di gradi infinitamente piccioli, la scala delle impressioni sollecitanti ci verrà rappresentata dalla curva regolare IKC, di cui per ora non fa a nostro proposito d'investigarne la Natura.

Sia giunta la palla B al punto E, e siasi sviluppato l'elastro per lo spazio BE; è cosa certa, che s'io farò sì, che lascerà verso C il suo viaggio non proseguisca, mettendoci un impedimento insuperabile; la molla sotto la lunghezza AE si ridurrà alla quiete. E perchè ancora persiste in istato violento, non lascerà di premere la palla, e l'ostacolo. Ma questi nifi successivi infruttuosamente impiegati, che di procreare qualsivis grado di forza viva sono incapaci, e che in ogn'istante si estinguono, e si riproducono, altro non sono fuorchè forze morte, e mere potenze, che all'atto non riduconsi. Poste dunque a confronto colle azioni, ed eziandio colle loro flussioni, appartengono ad un ordine di quantità onninamente diverso, ed incomparabile. Per la qual cosa se un'azione elementare, lo che non ci è disdetto, si espone per una grandezza eterogenea, verbigratia per una infinitesima superficie; vogliono esse esprimersi per un altro genere di quantità analogo, cioè a dire per una linea, dal flusso della quale nasce la superficie.

Abbiasi per tanto uno di cotali nifi indicato dall'ordinata EK, il quale rimossa l'intoppo superi l'inerzia del mobile B, e lo accompagni per il tratto inassegnabile Ee; egli è palese, che il conato EK si mette in azione; che dalla dimension lineare si passa alla superficiale, e che l'azione esercitata contro al corpo B si misura dal rettangolo BE X Ee; laonde esso

cor-

corpo riceve, e conserva in se medesimo un grado infinitamente picciolo di forza viva.

VIII.

E qui si noti poterfi da noi francamente supporre, che la forza morta EK con impressione uniforme, e costante spinga avanti il mobile B per lo spazietto infinitesimo Ee . Essendoci fra le due applicate prossime EK , ek la differenza inassegnabile LK , la quale all'una, e all'altra di esse ha una proporzione minore di qualsivoglia data; non viene in conseguenza a turbare la loro egualità, o per favellare più esattamente la loro adeguazione. E questo si è l'ingegnoso artificio, per cui gli Analisti moderni riducono a computo con pari facilità una forza morta continuamente applicata, che sia di sua natura variabile, come sarebbono preso a poco, se fosse uniforme, ed operasse costantemente per l'intero spazio BC a guisa della gravità invariata introdotta dal Galileo; non avendosi a far altro, che assumere come costante l'impulso per l'elemento Ee , e passare alle integrazioni.

Appreso gioverà l'osservare, che l'azione della forza EK si espone del pari per il prodotto $KEXEe$, o per il trapezio mistilino $KEek$; imperciocchè queste due quantità differiscono soltanto per il triangolo LKk , grandezza infinitamente menoma della seconda classe degl' infinitesimi. Quindi la potenza EK opera senza variazione, sino a tanto che si può assumere in qualità di costante, onde sia minore di qualsivoglia data la sua diminuzione LK . E giacchè conforme altrove ho avvertito, la differenza Ee debbe considerarsi non già stabilita nella sua magnitudine, ma siccome fluente, e che va sempre più scemando a mio piacimento, senza però totalmente svanire, e ridursi al nulla; accaderà, che le due ordinate EK , ek talmente si accostino, che non sovrapponendosi l'una all'altra, l'adequazione equivochi con l'egualità.

Egli è vero, che in rigor matematico ad ogni punto dell'asse BC corrisponde una differente applicata, e di conseguenza una diversa forza stimolante esposta per una linea assegnabile; ma ripugnando il punto indivisibile in geometria, e molto più nè lavori della Natura regolati da un sistema temperato, come ho detto in parlando della partigione della materia; a discorrerla accuratamente, tengasi per indubitato, altro non essere il punto, se non se un segno nella quantità continua, ed un segno tale, che alla quantità medesima è incomparabile. Chi ci vieta dunque di assumere in figura di segno la lineetta Ee infinitamente menoma, o pure fisicamente picciolissima? Dall'elemento Ee piglieranno norma gli altri analoghi, cioè la potenza EK decrescente per la flussione LK , la forza viva, che si aumenta per una grandezza equivalente al rettangolo Eek , in oltre la velocità EF accresciuta per la differenza Hh , e per ultimo il tempo, cui si aggiunge un geometrico, o fisico istante.

E qui cade in acconcio di brevemente dilucidare da qual principio derivi, e fin a qual termine s'estenda in fisica la legge, che vuol appellarsi di con-

continuità. Siccome, per quel che si è detto, le azioni sono del genere delle quantità successive, dovendosi la potenza applicare a ciascun elemento dello spazio; così successivi devono pur esser gli effetti, e per conseguenza ancor le velocità, le quali non potranno crescere, se non gradatamente; o diminuire. Se dunque la Natura non può dispensarsi dall'operare per via di salti, i quali per quanto menomi si fingano, non ci è disdetto di concepirne degli altri infinitamente minori; non so vedere per qual motivo abbiamo da uscire dai limiti del finito; e perchè non possa adottarsi una legge congrua di continuità coll'ascendere, e col discendere per una scala di minimi fisici adattati al prestabilito parimento della materia inerte, ed all'economia del presente temperato Sistema. Lascio per tanto ai Matematici i loro infinitesimi relativi di qual si voglia classe, coi quali sebbene meglio si accontentano al prossimo, tuttavia non arrivano ad afferrare l'esatto: e dico, che non torna il conto per regolare con poco profitto i picciolissimi salti, spiegarne un massimo dal finito all'infinitesimo. Forse nel finito non ci sono particole, e forse impercettibili, che superano di lunga mano la nostra immaginazione, atte a salvare un'adeguata continuità. La perfettissima idea dei Metafisici, e specialmente dei Leibniziani per escludere il vuoto dall'Universo, ripugna ai fenomeni della Fisica, e ciò che più rileva, porta con seco le geometriche contraddizioni.

IX.

In questo mentre per internarmi nel mio soggetto dimostro la seguente.

Proposizione prima. Teorema. Stando tutte le cose come sopra, dico, che l'aumentazione Hb della velocità non è proporzionale all'azione esposta dall'area $EKke$, e conseguentemente, che le velocità attuali EF , eB , CD prese in diversi punti dello spazio scorso BC non serbano le ragioni fra l'aree crescenti $IBEK$, $IBek$, IBC .

Chiamando f le forze variabili EK , s gli spazi crescenti BE , ds , i loro elementi Ee , ed inoltre u le velocità acquistate EF , du le loro flussioni Hb , e finalmente m la massa del corpo B , riflettasi, che se l'area $EKke$, o sia il prodotto $f ds$ fosse proporzionale all'elemento $Hb = du$ della velocità, ovvero all'aumentazione della quantità del moto $= m du$, si avrebbe l'analogia $f ds : m du :: 1 : n$; dunque $n f ds = m du$: ma lo spazio $d s$ trascorso colla velocità equabile $EF = u$ è sempre uguale alla velocità stessa moltiplicata nel tempo minimo dt , in cui detto spazio si compie;

dunque fatta l'opportuna sostituzione $n f u dt = m du$, ovvero $\frac{n f dt}{m} = \frac{du}{u}$,

ed integrando $\frac{n}{m} \int f dt = \log. u$: dalla qual formola si raccoglie, ch' es-

sen-

sendo nel cominciamento del moto, cioè nel punto B, la velocità $u=0$, ed avendo siccome ognuno sa, il nulla per suo logaritmo una quantità in-

finita; accaderebbe, che fosse altresì infinito l'integrale $\int . f dt$, e la differenza $f dt$ finita. Per la qual cosa non ci vorrebbe meno di un tempo finito, perchè il mobile B acquistasse una velocità infinitesima, e non meno di un tempo infinito, onde il detto mobile camminasse con una finita quanto si voglia lentissima celerità. Ambo le illazioni portano con seco due manifestissimi assurdi.

Scolio. Se dunque ogni corpo sollecitato da una forza morta continuamente applicata (non avendo io considerato l'elastro A B, se non per un semplice esempio) riceve in qualunque punto E un nuovo minimo impulso corrispondente alla potenza E K moltiplicata nello spazietto E e, e se gli aggregati di tutte queste successive impressioni ci vengono rappresentati dall'aree crescenti I B E K, I B e k; ne segue, che nel movimento del suddetto corpo avrà certamente a ravvisarsi una qualche affezione, che colle menzionate s'è serbi la debita corrispondenza, o sia colla somma di tutte le azioni, le quali nella massa B in virtù della sua reazione passo passo si trasferiscono, vincendo la sua inerzia, e la forza viva ad essa comunicando. Intanto essendosi dimostrato, che le dette somme non al punto che fare colle velocità acquistate; bisogna porsi ad investigare qual altra funzione della velocità u accoppiata colla quantità della materia m si con-

cia, e risponda in ragione costante all'integrale $\int . f ds$ uguale all'area indeterminata I B E K.

Sopra ciò non avrassi molta briga a prender partito; perocchè è stato dimostrato da altri, e da me ancora chiaramente si proverà, quando farò parola dei canoni, che si osservano nella comunicazione del movimento, che le forze vive de' corpi in moto sono in ragione composta, semplice delle masse, e duplicata delle velocità; e che questa legge è talmente necessaria in Natura, che un'altra sostituire non se ne può senza incorrere in contraddizione. La forza viva adunque del corpo B, giunto che sia al punto E, sta sempre come la massa m nel quadrato della velocità E F, o sia come il prodotto mu^2 . E perchè la suddetta forza viene generata dall'aggregato di tutte le azioni al mobile di mano in mano partecipate, le quali, come che non sono distrutte nè da resistenze, nè da sollecitazioni contrarie, in esso risiedono, e si conservano; manifestamente si scopre la stretta connessione, che passa fra la cagione producente, e l'effetto prodotto. Avremo per tan-

to $f ds = mu du$, e sommando $\int . f ds = \frac{mu^2}{2}$.

X.

Proposizione seconda. Problema. Stabilita la legge principale si proponga di determinare la secondaria. Basta riflettere, che per la teoria de' moti uniformi il tempo applicato allo spazio ci dà la velocità equabile, viene a dire $s = ut$. Ma lo spazietto infinitesimo Ee si scorre dal mo-

bile B in tempo minimo colla velocità costante EF; dunque $\frac{ds}{dt} = u$, ov-

vero $ds = udt$. Quindi collocando nella nostra formola $fds = mudu$ in vece della differenza ds il suo valore $u dt$, sarà $fuds = mudu$, oppure $fdt = mdu$, cioè come la massa m alla forza accelerante $EK = f$; così il minimo tempo dt , in cui si compie lo spazio elementare Ee , all' accrescimento $Hh = du$ della velocità EF. In conseguenza le aje d'una curva regolare nascenti dai tempi presi in figura di asisse, e dalle forze acceleranti prese in figura di ordinate, sono sempre uguali alle quantità del moto, che dal corpo B suc-

cessivamente si acquistano; laonde $\int fdt = mu$.

Scolio primo. Quand' anche ci piacesse di scegliere una di quelle ipotesi, che in progresso si dimostreranno impossibili, in cui si finge una potenza qualunque n^a della velocità proporzionale all' una, o all' altra delle

due sommatorie $\int fdt$, $\int fds$; accaderà sempre, che si mettano in essere due leggi diverse, la prima relativa ai tempi, e la seconda agli spazi.

Facciasi $fdt = mu^{n-1} du$, e perchè si ha $dt = \frac{ds}{u}$, se ne deduce un nuovo

canone $fds = mu^n du$, e passando all' integrazioni, si trova per una parte

$$\int fdt = \frac{m \cdot u^n}{n}, \text{ e per l'altra } \int fds = \frac{m \cdot u^{n+1}}{n+1}.$$

Scolio secondo. Ma ritornando alle leggi, delle quali può solamente la Natura far uso, abbiassi la massa A (Fig. 16.) che partendosi dal punto di quiete A scorra con moto accelerato lo spazio AB; e sia la curva EFB scala delle forze sollecitanti, ed ABC quella delle velocità crescenti, onde diafi l'uguaglianza fra le aree AEEFG, e la massa A moltiplicata nel semiquadrato $\frac{u^2}{2}$ della velocità GD. Arrivato che sia il mobile predetto al termi-

ne B, cessino dalla loro azione le forze impellenti, e comincino ad agire le resistenti, scala delle quali pongasi la curva HIK; per guisa che la ve-

Tom. II. Opere Ricc.

X x

loci-

locità impressa BC si vada a gradi perdendo, siccome a gradi è stata acquistata, sino che il corpo si riduca alla quiete nel punto L , dopo aver trascorso con moto ritardato lo spazio BL . Per le cose dimostrate agevolmente si comprende, che l'area $A E F B$ è uguale all'area $B H K L$, e che l'aggregato di tutte le azioni, dalle quali vien generata la forza viva, si trova essere uguale alla somma di tutte le reazioni, da cui detta forza si estingue.

Scolio terzo. Similmente (Fig. 16. 17.) sia ab il tempo, in cui si scorre lo spazio AB , ed ag quella porzione di tempo, che s'impiega nel correre lo spazio AG , ed al punto g erette le due normali $gf = GF$, e $gd = GD$, per li punti f, d , ed altri in simil maniera determinati passino le due curve efb, adc , la prima d'esse sarà la scala delle forze acceleranti in relazione al tempo, e la seconda quella delle velocità di tempo in tempo acquistate. Col metodo stesso, se faremo bn, bl eguali ai tempi spesi nel camminare che fa il corpo A per gli spazi BN, BL , ed al punto per esempio n porremo le due ordinate $ni = NI$, $nm = NM$, e per questa via si descriveranno le curve bik, cml ; sarà la prima la scala delle resistenze, e la seconda quella delle velocità descrescenti, ambe riferite alla durata della reazione. Anco in questa ipotesi avrassi l'uguaglianza fra le due aree $acfb, b h k l$, e

$$\text{sarà } \int f dt = \int R dT, \text{ o } \int f dt - \int R dT = 0.$$

XI.

Prima di dar compimento alla mia ricerca mi faccio a sciogliere alcuni Problemi. Nel moto accelerato, e ritardato io distinguo quattro elementi, cioè a dire la forza, o la resistenza continuamente applicate, ed inoltre la velocità, il tempo, e lo spazio. Se di questi combinati a due a due l'uno per l'altro si rende noto; non è malagevole a chi è pratico del metodo degli infiniti lo scoprire la relazione, con cui gli altri si riguardano in tutti e sei i diversi combinamenti, che possono istruirsi.

Proposizione terza. Problema. Dei quattro assegnati elementi se ne scelgano due ad arbitrio, la relazione de' quali suppongasi conosciuta, e ci venga ingiunto di rintracciare con che rapporti tutti scambievolmente si corrispondano. Lo scioglimento di questo generale quesito dipende dall'uso delle due formule $fdt = mdu$, $fds = mudu$, e dalle espressioni accessorie, che indi risultano. Sia dato per cagion d'esempio il tempo per una qualunque funzione della velocità, e dividasi membro per membro la seconda equazione per la prima, onde abbiassi $\frac{fds}{fdt} = \frac{mdu}{mdu dt} = u$, o $ds =$

$u dt$; dunque lo spazio s è dato tanto per il tempo t , quanto per la velocità u . Quindi tolta per mano l'una, o l'altra delle noitre due formule, ci si presenterà la forza f data per ognuno de' tre elementi u, t, s . Un metodo poco diverso ci servirà per tutti gli altri combinamenti, come in progetto vedrassi.

Co-

Corollario primo. La forza stessa f ci si rende palese per via d'una geometrica costruzione. Sia la curva BbD (Fig. 15.) scala delle velocità crescenti rispetto gli spazj passati Be , BC , ed a qualsivoglia punto b si tirì la normale bM , che tagli l'asse nel punto M . Conciosiachè ha luogo l'analogia $FH = ds$: $Hb = du$: $be = u$: eM ; sarà la sunnormale $eM = \frac{u du}{ds}$; ma per le cose dette si ha l'equazione $f ds = m u du$, o sia $\frac{f}{m} = \frac{u du}{ds}$

$= eM$; dunque assunta la massa m siccome unità, la sunnormale eM s'agguaglia alla forza ek , che nel punto e sollecita il mobile B . Quindi la scala IKC delle forze impellenti si genera dal porre le ordinate ek eguali alle sunnormali corrispondenti eM ; e data la curva IKC delle forze, quella, in cui le sunnormali eM si eguaglieranno alle rispettive applicate ek , sarà la scala delle velocità.

Corollario secondo. I tempi poi t , ne quali si scorrono gli spazj Be , BC , si determinano con una formola secondaria, che richiede una doppia integrazione. Sommando l'espressione $f ds = m u du$, trovo $\int f ds = \frac{m u^2}{2}$

ovvero $u = \sqrt{\frac{2 \cdot \int f ds}{m}}$; ma $u = \frac{ds}{dt}$; dunque $dt = \frac{ds}{\sqrt{\frac{2 \cdot \int f ds}{m}}}$ e di

nuovo integrando, $t = \int \frac{ds}{\sqrt{\frac{2 \cdot \int f ds}{m}}}$

Corollario terzo. Parta il mobile dal punto di quiete B (Fig. 18.), e cammini per la retta BE con moto accelerato, impiegandoci il tempo $EF = t$, e giunto in E abbia acquistata la velocità $EK = u$: si dimanda quanto spazio EA avrebbe effocorporo trascorso, se durante il tempo t si fosse mosso colla velocità uniforme EK . Attesochè si ha $ds = u dt$, oppure $t ds = u dt$; dunque $\frac{t ds}{dt} = ut$: ma lo spazio EA passato con moto equa-

bile sta come il prodotto della velocità costante u nel tempo t ; dunque $\frac{t ds}{dt} = ut = EA$. Descritta per tanto la curva de' tempi BFD riferita

agli spazj, e condotta al punto F la toccante FA , si noti, che la quantità $\frac{t ds}{dt}$, si è l'espressione generale della sottangente EA ; laonde lo spazio,

XXI

che

che si cerca, ci viene esposto dall'assegnata sotto-toccante. Queste verità sono state da parecchi Valentuomini già dimostrate, e perciò le tocco sol di passaggio.

XII.

Scolio primo. E' mia principale intenzione fra le molte combinazioni, che ponno istituirsi, il separar quelle, che si confanno colle leggi della Natura, dalle altre, che all'assurdo ci guidano. Primieramente piglio a considerare l'ipotesi, che dia lo spazio per qualunque dignità del tempo, onde si abbia $c.t^n = s$, o differenziando $c.n.t^{n-1} dt = ds$; ma $\frac{ds}{dt} = U$;

dunque $c.n.t^{n-1} = U$, ovvero $c \cdot n \cdot s^{\frac{n-1}{n}} = U$.

Prese le differenze delle predette due equazioni, sarà $c \cdot n \cdot n^{-1}$;

$t^{n-2} dt = du$, e $c \cdot \frac{1}{n} \cdot \frac{n-1}{n-1} \cdot \frac{n-1}{s^n} ds = du$. Ma per una parte $f = \frac{m du}{dt}$;

e per l'altra $f = \frac{m du}{ds}$; dunque fatte le opportune sostituzioni, $f = \frac{mc \cdot n \cdot n^{-n}}{n}$,

t^{n-2} , $f = m \cdot c \cdot \frac{2}{n} \cdot \frac{n-2}{n \cdot n^{-n}} \cdot \frac{n-2}{s^n}$. Queste formole ci danno tutto ciò, che per noi si andava cercando.

Se i due esponenti $n-2$, $\frac{n-2}{n}$ si faranno ambi eguali a nulla, lo che

facilmente si ottiene ponendo $n=2$, onde le variabili t^{n-2} , $s^{\frac{n-2}{n}}$ si can-

gino in costanti eguali all'unità; in tal caso la forza f continuamente applicata sarà costante, e sempre la stessa tanto in relazione al tempo, quanto allo spazio: viene a dire facendo uso o dell'una, o dell'altra delle nostre equazioni, troveremo egualmente $f=2mc$, e mentre si voglia esprimere per la massa del corpo in moto la forza uniforme della gravità, la coefficiente c dovrà porsi eguale alla frazione $\frac{1}{2}$, e così avrassi $t^2=2s$, o sia $2fs=mt^2$: ipotesi, di cui si è servito il Galileo, e dietro lui tutti i Geometri, particolarmente dappoichè Cristiano Ughenio ha dimostrato, che i pesi sono sempre proporzionali alle masse. E quantunque la Natura non faccia uso di questa legge, diversificando le forze acceleranti, a misura che i gravi si accostano al centro, o da esso si dilungano; non ostante ciò (oltre che può aver luogo nelle piccole cadute, in cui per la immensa distan-

2.º dal centro l'impressione della gravità non varia sensibilmente) ci serve essa legge di principio per ridurre a computo le sollecitazioni variabili, che ne' minimi spazj, lungo i quali esercitano le loro azioni, ponno, e deono prenderfi siccome costanti.

E se le forze f non si mutano, e perseverano invariate in qualsivisia sito il corpo mosso si trovi, anzi per la massa m si esprimano; non c'è cosa più facile, quanto sommare le due equazioni $f dt = m du$, $f ds = m u du$, deducendosi dalla prima $f t = m u$ le velocità crescenti in proporzione de' tempi, e dalla seconda $2fs = m u^2$ gli spazj passati come i quadrati delle velocità acquistate, o come i quadrati de' tempi impiegati in acquistarle.

Può conseguirsi per un altro mezzo, che nelle due equazioni $f = m c$.

$\frac{f}{n} = \frac{m}{n} \cdot c \cdot t^{n-2}$, $f = m \cdot c \cdot \frac{2}{n} \frac{t^{n-1}}{n-1}$ ci sia eguaglianza fra gli esponenti $n-2$, $\frac{n-2}{n}$ facendo $n=1$: nella qual circostanza essendo in parte

ambo le coefficienti, cioè $n \cdot n - n = 0$, avremo nell'una, e nell'altra formulla $f=0$. E da ciò si raccoglie, che il mobile non è sospinto, o ritardato da forza estrinseca sollecitante, o resistente, ma soltanto animato da una velocità insita, e costante, la quale fa, che gli spazj trascorsi si trovino sempre proporzionali ai tempi, cioè $t=s$: lo che non può verificarsi, salvo che nei moti uniformi. Ed ecco messi in chiaro due canoni fisici concernenti le forze o nulle, o costanti.

XIII.

Scolio secondo. Possò che nelle nostre formulle l'esponente n sia maggiore del binario, la forza accelerante f tanto relativamente al tempo, quanto allo spazio farà data per una dignità positiva dell'uno, e dell'altro: cosicchè presi i tempi, o gli spazj per le assisse, e le forze variabili per le ordinate, le curve nascenti faranno tante parabole, i vertici delle quali si congiungano con l'asse. Si collochi (Fig. 19.) in A un corpo quieto, e descrivasi la curva parabolica AC, le cui ordinate esprimano le forze sollecitanti. Egli è manifesto, che il globo A non principierà mai a muoversi, perchè nulla assolutamente è la forza, che lo sospinge. Ben è vero, che se al mobile da un'altra scala di forze venga comunicata una determinata velocità, di cui si trovi fornito nel punto B, questa si potrà geometricamente concepire generata dalla scala delle forze AG per lo spazio, o nel tempo AB. Quando il mobile venga in progresso animato dalle forze espresse dalla stessa scala AGC, il proseguimento del moto non farà soggetto ad alcun assurdo. Affinchè però abbiano luogo l'equazioni poc'anzi esposte, convien avvertire, che gli spazj, o i tempi non vogliono incominciarsi da B, ma da A.

In questo mentre se le menzionate parabole sono mal atte a rappresentarci le leggi, per cui le forze impellenti esercitano le loro azioni; pon-

no

no niente di meno aver luogo nelle forze ritardanti, o sia nelle resistenze. In fatti non solo non c'è ripugnanza, ma frequentissimamente interviene, che gli ostacoli, i quali si oppongono ad un corpo in moto, ed a poco a poco estinguono la forza impressa, siano nel principio della reazione finiti, e vadano passo passo diminuendo fino a divenir nulli nel fine del movimento. Così le resistenze di molti generi, le quali serbano proporzione con qualche funzione della velocità, sono da principio finite, indi estinta la velocità, vanno a terminare nel nulla.

Scolio terzo. Che se per ultimo l'esponente n fosse minore del binario, due casi diversi ci si fanno incontro; attesochè la quantità $n-2$ è negativa, mentre la grandezza $nn-n$, che si trova nelle coefficienti delle nostre formole, persiste ad essere positiva; ovvero ponno essere negative amendue. Nel primo caso la spezie f , che dinota la forza sollecitante, è affetta dal segno affermativo, e nel secondo dal negativo: ma nell'uno, e nell'altro si ravvisa, ch'essendo negativo l'indice $n-2$ della dignità, abbiamo per iscala delle forze tante curve iperboliche fra i loro asintoti; di modo che nel principio dell'azione, o nell'origine d'esse iperbole l'impulso accelerante sarebbe infinito. Quantunque paia a prima vista, che queste ipotesi mal possano adattarsi alla Fisica; ciò non ostante cadono sotto la ispezione de' Fisico-matematici, i quali assumendo i dati precisi, sinceri, e liberi da certe affezioni della materia, siccome segnano un punto per centro delle forze, ch'eglino appellano centripete, e centrifughe; così non è maraviglia, che una forza, o una celerità, che in Natura va smisuratamente aumentandosi, dal computo analitico, o dalla costruzione geometrica ci venga rappresentata come infinita. Per darne un saggio, si noti essere una legge fisica comprobata dalle esperienze, che parecchi corpi posti in qualche vicinanza si allontanano l'un dall'altro con molta celerità. Chi ci vieta di considerare la causa di questo effetto, siccome una forza ripulsiva posta in mezzo ad essi, e ad entrambi continuamente applicata? In questo mentre non ripugna, che cotale forza cresca al diminuire della distanza, per modo che giunti i corpi ad uno stretto contatto divenga fisicamente infinita. In questa supposizione potrebbe la scala delle forze esser una delle nostre iperbole rappresentata nella (Fig. 20.) per DCE, nella quale quando la distanza de' corpi è nulla, la forza AD è infinita; alla finita distanza AF corrisponde la finita forza FC; e finalmente crescendo all'infinito la distanza AE, la forza interamente svanisce.

CAPITOLO DECIMOQUARTO

Degli Equilibrij, e della loro natura.

I.

STabilisco un pronunziato d'incontrastabile evidenza. Io non riconosco vera azione, quando non s'induce mutamento di stato, e senza una azione reale, che non va disgiunta dal moto, nulla di nuovo si mette in essere, ed ogni novità fisica importa passaggio da stato a stato. Le cagioni operanti nell'atto di produrre un qualche effetto si vagliono di quella forza, che in esse risiede, e che gradatamente nell'effetto si trasferisce, e ciò non può farsi, senza che quella forza, che dalla causa vasi successivamente perdendo, si vada con pari passo dall'effetto acquistando.

Quinci s'inferisca, che le forze morte sino a tanto che in semplici pressioni consistono, e colla quiete s'accoppiano, non sono costituite in tali circostanze, onde possano uscire in azione, e procurare cangiamento di stato. Sarebbero per mantenersi vicendevolmente equilibrate, ed in un eterno riposo, se col liberarle dagli ostacoli, che le tengono in freno, a far uso della lor energia non venissero abilitate. Ognuno facilmente comprende qual condizione si richieda, acciocchè nasca in Natura un fisico effetto, viene a dire acciocchè le fibre violentemente compresse si rimettano passo passo, e faccian transito dallo stato di quiete a quello di movimento, ed appresso acciocchè, se per avventura stimolano una massa estranea, venga essa rimossa dal proprio stato, e costretta a soffrire una proporzionata alterazione. Fa di mestieri distinguere questa forzata costituzione da un'altra totalmente diversa, per cui le fibre collocate una accanto delle contigue stanno tutte in riposo senza premere, e senza sfancare. Il divario consiste, che nella seconda ipotesi le particelle sono onninamente d'operare incapaci: laddove nella prima col porle in libertà, ad agire si rendono atte, ed a far uso di quella forza, che dagli agenti esterni si è spesa nel ridurle alla positura, in cui si rinvengono. Da cotale forze a ragione chiamate morte, siccome quelle, che sussistendo in semplici conati, lo stato de' corpi, in cui risiedono, in conto alcuno non diversificano, traggono l'origine gli equilibrij con una perfetta quiete congiunti. Non ha dunque luogo l'azione: atteso che se le potenze potessero agire, non si mancherebbero bilanciate. Ed in tanto sta salda l'equiponderanza, in quanto, che l'azione d'una, o di molte dal contrasto dell'altre, che vi si oppongono, viene impedita: le quali nel tempo medesimo sono valevoli di produrre un'azione pari, e contraria. Per la qual cosa egli è impossibile, che nè per una parte, nè per l'altra comincino ad agire, ed appunto da tal assoluta impotenza l'equilibrio si forma. M'è noto, che la Natura ad ottenere un perfetto equilibrio ha bisogno di qualche previa azione. Mi spiegherò con un esempio. Sovra un elastico situa-

to verticalmentè, e non precedentemente colpito colloco un corpo grave. Egli è manifesto, che da prima l'azion della gravità essendo maggiore di quella della elasticità, il corpo cangerà stato, e riceverà nuovi accrescimenti di velocità, finattantochè si pareggino queste forze, e per conseguenza le loro azioni. Ma in virtù della forza viva acquistata il corpo proseguirà il suo cammino, e serrando vie più l'elastro, avverrà, che l'azione della elasticità superi quella della gravità, onde appoco appoco diminuendosi la celerità, il corpo verrà ridotto allo stato di quiete. Quindi prevalendo la virtù di molla, sarà colle stesse leggi portato in alto: quindi si anderanno alterando le reciproche oscillazioni, le quali durerebbero all' infinito, se il mezzo d'ogni resistenza fosse sfornito. Ma per cagione de' molti impedimenti, che non si possono mai rimuovere, si vanno estenuando appoco appoco così fatte oscillazioni, e tremori, finattantochè si riducono al nulla, e terminano in una quiete perfetta. Introdotto in cotal maniera l'equilibrio, cessa ogni azione, ed i neri, se non sono liberati dagli impedimenti, in istato permanente, e non soggetto a variazione alcuna, sussistono.

II.

Il metodo spedito per determinare se due, o più potenze sieno in equilibrio, o no, si è di supporre, che si faccia un minimo movimento. Ciò posto si computino diligentemente le azioni delle potenze, e si offervi in qual proporzione si riguardino quelle, che sono contrarie. Se la proporzione è d'ineguaglianza, senza dubbio seguirà moto; ma se è d'egualità, le potenze sostenendosi vicendevolmente in equilibrio riposeranno. Cotal maniera di dimostrare non è diversa da quella, che i Geometri chiamano *ad absurdum*, supponendosi quel moto, che si vuol provare impossibile. Nè per certo v'ha ragione alcuna perchè piuttosto quelle, che queste potenze abbiano ad esercitare un'azione positiva, o un'eguale azione negativa.

Contuttociò per non fondare il raziocinio sopra un'ipotesi impossibile, la quale introduce l'azione, anche quando non vi può essere, abbiamo un modo facile, accrescendo una delle potenze per una quantità infinitesima, ed eccone l'esempio. Pendano dalle braccia d'una stadera due gravi, che sieno in ragion reciproca delle distanze dal comune sostegno, e conseguentemente in una esatta equiponderanza costituiti. Non si aspetti, che l'uno, o l'altro discenda; atteso che niuna delle due pressioni prevale. Per render ragione del fenomeno, si dee procurare una qualche minima azione: lo che si ottiene coll'aggiungere ad uno d'essi un peso minore di qualunque assegnabile. In tal guisa l'azione nascente ci dà agio di ragionare, e di dimostrare l'equilibrio: perchè la differenza delle due azioni contrarie è minor di qualunque data. In fatti non ci vorrebbe meno d'una eternità per fare, che il grave come sopra avvalorato discendesse per un arco finito; laonde il moto sarebbe tanto impercettibile, che si confonderebbe colla quiete.

III.

III.

A questo passo mi rivolgo al Leibnizio, ed a' suoi seguaci, e non cesso di stupirmi, qualmente rinnegando in parte i principj ottimamente stabiliti, sieno giunti a tale di tradire la propria causa. Vogliono essi, e fanno ogni sforzo per sostenere la lor sentenza a fronte degli Inglese, e de' Francesi, che una forza viva qualunque, che chiamano F , doppiamente s'esprime

o per la $\int f ds$, cioè per l'aggregato delle azioni delle forze accelerantif, che accompagnano il mobile paziente per gli spazietti minimi ds ; ovvero per il prodotto della massa m nel sem quadrato $\frac{v^2}{2}$ dell'attuale velocità.

Qui bramerei sapere, come ci si facciano entrare le quantità nel moto mv , viene a dire le masse moltiplicate nelle velocità semplici, o pure l'integrale

$\int f dt$, in cui le forze sollecitanti f agli elementi del tempo si associano: e ciò quando si tratta di misurare le azioni impeditte delle forze morte, e delle potenze, che soltanto s'impiegano nel premere, e nello sfiancare: E' una maraviglia, che appena trovar si possa un Geometra della mentovata scuola, che non abbia buonamente adottata, senza pensar di vantaggio, la strana e contraddittoria proposizione.

Se vagliono le formule $F = \int f dt = \frac{mv^2}{2}$, faranno di pari eviden-

za dotate le seguenti $\frac{F}{n} = \frac{\int f ds}{n} = \frac{mv^2}{2n}$.

Non si muta in conto alcuno l'eguaglianza coll'accrescere, o col diminuire il valore della spezie n . Poggi essa all'infinito, e la forza viva F , ed i due omogenei di comparazione discenderanno all'ordine delle grandezze infinitesime. Prese dunque le differenze, le due equazioni ci si presentano sotto un altro aspetto, ma simile, ed analogo $dF = f ds = \frac{m dv^2}{2}$, le quali

tre quantità appartengono al secondo genere delle infinitamente piccole: Per la qual cosa la forza viva $\frac{F}{n} = dF$ equivoca con una forza morta di

pressione, o parlando più accuratamente coll'azione menomissima $f ds$ esercitata nella prima origine del movimento dalla potenza accelerante f agente per lo spazietto ds , alla quale risponde l'effetto proporzionato $\frac{m dv^2}{2}$.

Fin ora i canoni del Leibnizio non mi si cambiano in mano, e non veggio per qual urgente motivo, ed in che circostanze la Natura tenacissima delle sue leggi si disponga a variare stile. Certamente dentro i confini del finito non mai; conciossiachè raccozzerebbe insieme fuor di proposito due regole disparatissime ambo in figura di principali, e l'una dall'altra non dipendenti, e converrebbe segnare infra due una precisa linea di limite, che le distinguesse, e le separasse. Succederà dunque la mutazione nel volo dal finito all'infinitesimo, ed in tale incontro non si fa come verranno ad intrudersi clandestinamente l'espressioni differenti $dF = f dt = m dv$. Io non ho avuto ribrezzo di fare il gran salto dalle magnitudini finite alle infinite: e pure non mi si sono parate innanzi, salvo che potenze stimolanti, spazj pe' quali agiscono, e velocità non semplici, ma duplicate.

IV.

Una specolazione del Galileo creduta sincera è stata l'origine dell'equivoco. Egli fattosi a dimostrare il principio dell'equiponderanza, nel seguente modo la discorreva. Appiccati alla stadera orizzontale CAE sostenuta dalla potenza B (Fig. 21.) i due pesi disuguali P, p in ragion inversa delle distanze AC, AE dall'ipomoclio A, e conseguentemente equilibrati, ed in riposo, fingasi per una posizione ripugnante al fatto, che il braccio AC cali abbasso per l'archetto minimo CD, ed obblighi il braccio AE a poggiare in alto per l'archetto corrispondente EF. E conciossiachè i predetti archi si passano nello stesso tempo; le velocità dv , dV faranno come gli spazj trascorsi CD, EF, o come i raggi AC, AE, che segnano i discostamenti dal sostegno A. Ma come AC:AE; così le masse m , M proporzionali ai pesi p , P; dunque $dv:dV::m:M$, e di conseguenza $Mdv = mdV$. Per la qual cosa avrà luogo l'equilibrio, ogni qual volta gli elementi delle due quantità del moto saranno eguali. Soggiungono i Cartesiani: le forze morte, che si bilanciano, intanto sono di pari vigore, in quanto si agguagliano le quantità elementari del moto; dunque lo stesso dee conchiudersi delle assegnabili, non avendosi a far altro, che moltiplicare ambo i prodotti Mdv , mdV per il numero infinito n ; onde abbiassi $Mv = mV$, cioè a dire pari forze vive, dove si rinven-gono quantità di moto eguali. Almeno questi Filosofi ragionano coerentemente alle loro massime, mentre i Leibniziani all'incontro saltano da principio a principio.

Molto si avrebbe a contrapporre alla pretesa dimostrazione, e per varj mezzi se ne può scoprire la fallacia. Notava il P. Riccati, che mentre il grave P seguendo la direzione della forza centrale tira il braccio AC da C in D; l'altro braccio AE strascicando il peso p lo solleva per lo spazjo EF contro il conato della sua natural gravità. Come vuoi dunque, che la quantità del moto acquistata dal corpo p da esso provenga, quando sappiamo, che da se non può estollersi dalla parte opposta per l'arco EF? Nell'adottato raziocinio si paragonano le quantità del movimento, di cui si fingon dotate le masse M, m colle loro potenze P, p , siccome effetti colle proprie cagioni: ed in ciò appunto si pecca; essendovi una manifesta ripugnanza, che la quan-
ti-

tà del moto, che risiede nel peso p , proceda dalla sua gravità. Per la qual cosa l'immaginato movimento debbe attribuirsi alla supposta prevalenza dell'azione, per cui la massa pesante P vince la p , che ci fa contrasto.

Si avanza il citato Autore a darci un'altra importante avvertenza. Parlando co' suoi Dialogisti, dic'egli. *Porrei, che fissaste ben bene, che nè la grandezza, nè il luogo del corpo conferisce punto all'equilibrio delle potenze, alla cui applicazione, e grandezza soltanto si dee por mente. Che se le potenze non fossero in equilibrio, onde dovessero seguir movimento, allora per avere la giusta velocità, e la posizione, e la grandezza del corpo bisognerebbe dedur in computo.*

Alla solita stadera equilibrata applico in qualunque sito le masse Q, q , ed altre ad arbitrio incapaci d'agire, e fornite semplicemente della loro nativa inerzia: è cosa chiara, che non si toglierà l'equiponderanza, cagionata solo dai pesi P, p atti, conforme in appresso vedremo, ad esercitare azioni eguali. Ma prevalendo il grave P , e messa in movimento la leva, non si pongano in non calere le masse inerti Q, q costrette a mutare stato: e per venire a capo della inchiesta, hassi a ricorrere alla teorica de' pendoli composti, de' quali fra poco ci verrà occasione di ragionare almen di passaggio.

In confermazione di questa verità immergo la nostra stadera nell'acqua, e voglio, che la gravità specifica de' pesi P, p equiponderati superi quella del fluido, e che l'altra dei solidi Q, q la pareggi. Questi vi stanno, come se non vi fossero, e nulla influiscono nell'equilibrio; imperocchè il mezzo liquido, in cui stanno sospesi, li mantiene in una perenne quiete, e non permette ad essi l'esercizio d'alcuna azione. L'espressa dottrina ci convince, che per dimostrare le leggi dell'equiponderanza non vi an che fare le quantità eguali del moto mal assunte dal Galileo, e ricevute a contrattempo dai Leibniziani, le quali io non saprei come adattare alla precedente posizione.

V.

E vaglia il vero: quando i Discepoli del Leibnizio vennero quasi direi a patti co' Cartesiani, e diedero loro mezzo vinta la lite, s'insinuò di soppiatto nel sistema delle forze vive la notata incongruenza, dalla quale conven liberarci, facendo constare, che un solo canone abbraccia le forze vive assegnabili, e le azioni inassegnabili delle morte.

Per non dar di petto nell'impossibile avvalorò il peso P coll'aggiunta d'un altro infinitesimo esposto per $\frac{P}{n}$ (sappiasi, che la lettera n dinota un

numero, che può montare a qualsivoglia ordine d'infiniti relativi). Prevalendo dunque in qualche modo la potenza agente contro il braccio AC della stadera, il punto C discenderà fino in D , obbligando il punto E col peso p attaccato a poggiare da E in F . Non abbandono la massima del Leibnizio, che l'azione del conato accelerante si misura dalla somma de' due gravi $P + \frac{P}{n}$ moltiplicata nello spazietto CD , per cui ambo calano abbasso. Chia-

Y y z

mo

mo v la velocità da essi acquistata nel sito infimo D, ed V quella, che risiede nel peso p giunto alla sublimità F, e noto, che le predette celerità si guadagnano in pari tempo.

Chi non vuole inciampare in qualch'errore stia bene inteso a non tradurre tal uno degli effetti, che dall'azione $\overline{P + \frac{P}{n}} \times CD$ vengon prodotti,

e tre nel caso nostro se ne annoverano. In prima l'aggregato delle masse $\overline{M + \frac{m}{n}}$, che seguitano la ragione dei pesi, si trova animato dalla

velocità v , e per conseguenza dalla forza viva, che si espone per

$\overline{M + \frac{M}{n}} \times \frac{v^2}{2}$. Secondariamente la massa m arrivata in F cammina colla

celerità V , ed è affetta dalla forza viva $= \frac{mV^2}{2}$: la qual forza dovrebbe

metterli a computo, quand'anche la massa m non fosse pesante. Per terzo il grave p monta in alto contro la sua natural propensione: vi si richiede dunque una forza, che vinca i conati della gravità, i quali incessantemente abbasso lo spingono: e questa si misura dal prodotto $p \times EF$.

Quinci se la causa generante pareggia per il notissimo assioma tutti e tre in solido gli effetti generati (conciossiachè nessun'azione può attribuirsi al peso p costretto nelle premesse circostanze solamente a patire: nel qual punto consiste l'equivoco del Galileo) siamo pervenuti all'equazione

$$\overline{P + \frac{P}{n}} \times CD = \overline{M + \frac{M}{n}} \times \frac{v^2}{2} + \frac{mV^2}{2} + p \times EF, \text{ ovvero}$$

$$\overline{P + \frac{P}{n}} \times CD - p \times EF = \overline{M + \frac{M}{n}} \cdot \frac{v^2}{2} + \frac{mV^2}{2}.$$

Facciasi, che le due quantità $P \times CD$, $p \times EF$ siano eguali, onde abbiai $P \times CD - p \times EF = 0$: lo che interviene, qual'ora gli archetti CD, EF, o i loro raggi AC, AE, che determinano le distanze dei pesi dal comun fulcro, sono in ragione inversa de' pesi medesimi. Regolata su tal piede l'ultima espressione, abbiamo $\overline{P \times CD} = \overline{M + \frac{M}{n}} \cdot \frac{v^2}{2} + \frac{m \cdot V^2}{2}$. E per-

chè l'arco CD è minimo, ed altresì menomissima la magnitudine $\frac{P}{n}$ posso

fare, che il prodotto $\frac{P}{n} \times CD$ discenda a qualsivoglia ordine d'infinitesimi, e si

e si accosti al nulla quanto mi piace. D'un genere analogo saranno parimente, attesa la nostra equazione, le velocità duplicate v^2 , V^2 , le quali equivocando col niente ci fanno comprendere, che vi vorrebbe un tempo infinito, o pure infinitamente infinito per ottenere, che il grave $P + \frac{P}{n}$ per-

corresse un arco finito. I pesi dunque $P + \frac{P}{n}$, e p stanno bilanciati, ed in

quiete, e si dà un'accuratissima equiponderanza di adeguazione, che con quella di perfetta egualità si confonde. Ed ecco qualmente dai principj Leibniziani si dimostra la legge dell'equilibrio.

VI.

Non ci conduce del pari a buon termine la formola Cartesiana, e mal vi si adatta il metodo irreprensibile or ora adoperato. Ammesso il canone degli Avversarj, sarà $\overline{P + \frac{P}{n}} \cdot dt - p dt = \overline{M + \frac{M}{n}} \cdot dv + m dV$. Gli ar-

cheti CD, EF si passano nel medesimo tempo dt : e benchè tanto il peso p , quanto il tempo dt sieno positivi, contrassegno colla nota negativa il termine $-p dt$, venendo da esso significata la reazione del peso p , la quale va sottratta dall'azione $\overline{P + \frac{P}{n}} \cdot dt$, onde s'abbia l'azione residua $\overline{P + \frac{P}{n}} \cdot dt - p dt$.

Per una opposta ragione, quantunque la direzione della velocità dV sia contraria a quella della dv , antepongo ad ambe le quantità del moto

$\overline{M + \frac{M}{n}} \cdot dv$, $m dV$ il segno affermativo; perchè l'effetto intero della no-

minata azione alla lor somma, e non alla loro differenza si eguaglia. Se per formar l'equilibrio, le velocità dv , dV , e conseguentemente le quantità del moto $\overline{M + \frac{M}{n}} \cdot dv + m dV$ devono supporfi o eguali a nulla, o in-

finitamente infinitesime, tal dovrà essere l'omogeneo di comparazione, il che non può avvenire, quando $P - p$ almen per adeguazione non sia $= 0$, ovvero $P = p$.

Non ha luogo dunque l'equilibrio fuorchè nell'unico caso, in cui i due gravi P , p sieno eguali, e collocati in pari lontananza dal sostegno. Che se poi i pesi P , p stanno in ragion data, e reciproca delle distanze AC, AE: la quantità $\overline{P + \frac{P}{n}} - p \times dt$ è infinitesima del primo grado, e tale sarà al-

tre-

eresi la somma delle quantità del movimento $\overline{M + \frac{M}{n} X dv} + mdV$. Haffi

dunque equiponderanza, non estante che le nascenti quantità del moto non siano eguali a nulla almeno adeguatamente. La prima illazione ristringe l'i. potesi ad un solo caso, che non richiede d'essere dimostrato; mentre è un assioma evidentissimo nascente dal principio della indifferenza. La seconda ci guida all'assurdo, e ci ammonisce essere falsissima la teorica, da cui si deduce. Conchiudo pertanto, che l'energia pari delle pressioni equilibrate mal si desume dalle quantità minime del moto, che si fingono generate, o meglio si procurano coll'addizione dell'infinitesimo peso $\frac{P}{n}$; e che le azioni

delle forze morte, o delle potenze vogliono computarsi dal vigore de' conati sollecitanti moltiplicati negli elementi non già de' tempi, ma degli spazi.

VII.

A tal uno verrà la curiosità di sapere, per qual causa il canone secon-

dario delle quantità del moto eguali alle sommatorie $\int f dt$, che regge in moltissimi casi, nel nostro, che abbiain per le mani, ed in altri parecchi d'abbandoni, anzi usandolo si cada in paralogismo. Il tante volte citato P. Riccati acutamente ne ha scoperta la regola generale, e l'ha munita colle dimostrazioni, e cogli esempi l'ha confermata. Qualora la forza morta accelerante spinge il corpo per la direzione del movimento, onde la stessa linea retta segna il minimo spazio, che si percorre, e dia norma all'azione della potenza; amendue le leggi Leibniziana, e Cartesiana sussistono, e dell'una, e dell'altra possiam valerci con sicurezza. Ma quando la detta forza stimola il mobile per una strada, ed esso dalle circostanze è obbligato per un'altra diversa, e disuguale ad intraprendere il suo cammino; la prima siccome legge principale sta salda, e manca la seconda, che dee riputarsi accessoria appunto per ciò, che in tutti gl'incontri non si sostiene.

Acciocchè si verificasse la legge Cartesiana, farebbe d'uopo, che e i due pesi P, p , e le due masse M, m agissero, e si movessero per eguali spazi: il che si adempie solamente, quando le masse gravi M, m sono collocate ad eguali distanze AC, AE. Si deduce ciò chiaramente dalla formola $Pdt = \frac{pVdt}{v} = Mdv + \frac{mVdV}{v}$ contenuta nel paragrafo IX, in cui ponendo $V = v$,

ci si presenta la formola Cartesiana $Pdt = pdt = Mdv + mdV$. Non isperiam dunque, che fatto uso delle formole concernenti le quantità del movimento, conclusioni generalmente legittime si deducano. Ed intanto il Galileo co' suoi seguaci nella conseguenza non si sono dilungati dal vero, in quan-

quanto essendo notissimo il teorema dimostrato da Archimede per altra via sebbene indiretta, sono pervenuti dove li guidava non già un ben fondato discorso, ma un'anticipata precognizione.

VIII.

Mi verrà chiesto, se vi sia un qualche geometrico artificio, onde tolte di mezzo le opposte direzioni, del principio Cartesiano possiam valerci. Rispondo, che si può fare, ma con un progresso ricercato, e vizioso in linea di metodo. Sia la leva CAE, ed in essa sospendi due gravi P, p ad arbitrio intorno il fulcro A, e predominando il peso P, si cerchino le affezioni del moto indi nascente.

Prima d'ogni altra cosa ci converrà far passare l'azione del corpo pesante p dal braccio sinistro AE della stadera al destro AC, applicandola al punto C, salva però l'equivalenza. Appresso farà di mestieri sostituire forza a forza, e massa a massa. In vece del peso p metto una immaginata forza negativa, per esempio una forza centrifuga $-\frac{p \times EA}{AC}$, ed in cambio della

vera massa m la sussidiaria, ed ideale $\frac{m \times EA}{AC}$. Dopo ciò assumo il cano;

ne appartenente alle quantità del moto, e faccio $P - \frac{p \times EA}{AC} \times dt =$

$M + \frac{m \cdot EA}{AC} \times du$, e sommando, $P - \frac{p \cdot EA}{AC} \times t = M + \frac{m \cdot EA \cdot v}{AC}$. Chi

va in traccia della legge dell'equilibrio, ponga $v = 0$, essendo nulla la ve-

locità, mentre i corpi stanno in una perfetta quiete: dunque $P - \frac{p \times EA}{AC}$

$\times t = 0$, e conseguentemente $P \times AC = p \times AE$. Dassi pertanto l'equiponderanza, ogni qual volta i pesi P, p si trovano essere in ragione reciproca delle distanze AC, AE dal comune sostegno.

IX.

Con tal apparato di sostituzioni cosa si è fatto, se non se inorbellare le azioni, che alla prima, e senza tanti raggiri l'espressione Leibniziana ci somministra? Torno a pigliarla per mano, e denominati ds , dS gli spazietti passati CP, EF, abbiassi $Pds - p dS = Mv dv + mVdV$: ma $ds = vdt$, e $dS = Vdt$; dunque $Pvdt - pVdt = Mv dv + mVdV$, ovvero dividendo per v ,

$$\frac{Pdt - pVdt}{v} = \frac{Mdv}{v} + \frac{mVdV}{v} = \frac{M + \frac{mVdV}{vdv}}{vdv} \cdot dv. \text{ Ed ecco qualmenre si}$$

passa dall'equazione principale alla secondaria, nella quale si ravvifa surrogata forza a forza, e massa a massa.

E ciò che merita una spezial riflessione si è, che la prima formola opportunamente c'insegna qual forza, e qual massa deggia sostituirsi. Dico per tanto, che in luogo del peso p va messa la forza $\frac{pV}{u}$, ed in luogo della

massa m l'altra $\frac{mVdV}{vdv}$. Verificandosi le analogie $v::V::dv:dV::AC:AE$,

ad esse corrispondono l'equazioni $\frac{V}{v} = \frac{dV}{dv} = \frac{AE}{AC}$, ed $\frac{VdV}{vdv} = \frac{AE^2}{AC^2}$, e so-

stituendo avremo come di sopra $\frac{P-p \cdot \frac{AE}{AC}}{AC} \cdot dt = M + \frac{m \cdot \frac{AE^2}{AC^2}}{AC^2} \cdot dv$. In-

tegrandò poi, $\frac{P-p \cdot \frac{AE}{AC}}{AC} \cdot t = M + \frac{m \cdot \frac{AE^2}{AC^2}}{AC^2} \cdot v$. In questo mentre sup-

ponendo, che le medesime forze si mantengano sempre mai normali alle braccia del vette, nell'ultima formola in luogo di v si ponga $\frac{ds}{dt}$, e fatta

la moltiplicazione per dt , otterremo $\frac{P-p \cdot \frac{AE}{AC}}{AC} \cdot tdt = M \cdot \frac{AE^2}{AC^2} \cdot ds$;

e in-

e integrando, $\overline{P - p \cdot \frac{AE}{AC}} \cdot t^2 = \overline{M + m \cdot \frac{AE^2}{AC^2}} \cdot t$, la qual espressione es-

$$\text{purgata ci porge } t^2 = \frac{M \cdot \overline{AC^2} + m \cdot \overline{AE^2}}{AC \cdot \overline{P \cdot AC - p \cdot AE}}$$

L'ipotesi, che le potenze si conservino al vetto normali, non può aver luogo se non per uno spazietto infinitesimo, ed a questo caso convien restringere la formola precedente.

Se da due vetti si descrivano archetti simili, la quantità $\frac{2t}{AC}$ in

amendue la medesima: dunque la proporzione de' tempicelli verrà espressa

$$\text{dall'equazione } t = \sqrt{\frac{M \cdot \overline{AC^2} + m \cdot \overline{AE^2}}{P \cdot AC - p \cdot AE}}. \text{ Non farebbe difficile a}$$

dimostrare, che la medesima formola vale ancor nel finito, purchè si prendano archi simili, e similmente situati.

Se il grave p fosse situato nel braccio destro AC della leva in qualunque distanza dal punto A , basterebbe nel divisore mutare il segno di negativo in affermativo. Quinci ne' pendoli composti, in cui due pesi P, p alla medesima verga sono raccomandati, ci si rende nota la ragione de' tempi delle loro oscillazioni per archi simili, e similmente posti, avendosi

$$t = \sqrt{\frac{M \cdot \overline{AC^2} + m \cdot \overline{AE^2}}{P \cdot AC + p \cdot AE}}$$

Intanto l'esperienza ci ha insegnato a determinare i tempi delle vibrazioni ne' pendoli semplici per via di minuti, o di secondi, misure altronde conosciute: e sappiamo altresì, che le lunghezze d'essi pendoli sono proporzionali ai quadrati de' tempi, in cui si compiono le analoghe reciprocazioni. Resta dunque, che si trovi la lunghezza L d'un pendolo semplice isocrono al composto: lo che facilmente si consegue facendo

$$\frac{M \cdot \overline{AC^2} + m \cdot \overline{AE^2}}{P \cdot AC + p \cdot AE} = t^2 = L. \text{ Finalmente nel caso di equiponderanza}$$

essendo $P. AC \sim p. AE = o$, una quantità data divisa per il nulla ci dà la lunghezza L infinita, e per conseguenza il pendolo semplice non camminerà per qualsivisia picciolissimo arco finito, se non se in un tempo infinito, e così dovendo procedere di pari passo il composto, il suo moto infinitesimo dalla quiete non si discerne.

X.

La teorica de' pendoli composti, e degli equilibri con far uso dei premessi principi potrebbe estendersi alla generalità: ma si farebbe il già fatto, nè io questa fiata voglio metter la falce nella messe altrui. Per ora non ometto tre riflessioni concernenti lo scioglimento del proposto quesito per via del canone delle quantità del moto.

E primieramente col servirsi d'esso nella sua semplicità, la quale, per così esprimermi, è saltata agli occhi del Galileo, e di moltissimi Matematici dopo di lui, che si sono lasciati ingannare, s'inciampa in paralogismo. E quando si procura di ridurre il canone a dovere, s'incorre in una manifesta petizione di principio. Come si farà a surrogare francamente quelle precise masse, e potenze, che solamente vengono a festa, e sole ad esclusione di tutte le altre vogliono essere introdotte, se prima non ci sono note le proprietà delle leve? Si suppone dunque ciò, che si cerca, e la dimostrazione si mesce colla quistione.

Secondariamente nella nostra ricerca vogliasi, o non vogliasi ci aver da entrare, o palese, o pure occulta la formola del Leibnizio, e l'abbiam fatto toccar con mano; imperocchè ad essa siccome base stabile si appoggia la soluzione indiretta, la quale intanto è legittima, e non mica fallace come la Galileana, in quanto con qualche giro artificioso dalla principale si è derivata.

In terzo luogo: a che pro si lascia da canto il metodo fondamentale per attenersi al secondario? Quello va dietro passo passo alle operazioni della Natura, investigando qualmente in fatto s'impieghino le azioni delle forze morte. Questo introduce un meccanismo ideale, che col fisico nè punto, nè poco si accorda. Per la qual cosa sono costretti i Filosofi a crearli in mente delle masse, e delle potenze immaginarie, da surrogarsi in vece delle reali.

Se altro argomento produrre non si sapesse (che parecchi se ne allegano di dimostrativi, ed invitti) per provare, che l'espressione $fsdt = mdu$ è bene spesso inutile, e tal fiata disettosa; questo solo che appartiene ad un caso semplicissimo dell'equilibrio fra due pesi in una stadera disposti, sarebbe sufficiente a farci entrare in noi stessi, ed a liberarci dai pregiudizii. E se talora la formola ben maneggiata, adempiute le condizioni superiormente inculcate, dalla verità non si allontana; non può negarsi, che il progresso sia indiretto, ed oltre modo ricercato, e che ai problemi per genere improprio si soddisfaccia.

CAPITOLO DECIMOQUINTO

*Della composizione, e della risoluzione
delle potenze.*

I.

DEsritto un qualsivoglia parallelogrammo $ABDC$ (Fig. 22), e tirato il diametro AD , unanimi convengono i Fifico-Matematici nell'ammettere siccome indubitata la seguente proposizione. Si esponcano per i lati AB , AC due potenze stimolanti di conserva un mobile collocato nel firo A ; accaderà, ch'esso corpo s'incammini per la direzione AD , e che la detta diagonale ci rappresenti una terza potenza equivalente ad ambo le laterali AB , AC concordemente operanti; per guisa che alla massa A si comunicherà nell'una, e nell'altra ipotesi una pari impressione. Lo stesso dicasi della potenza composta AD , la quale nelle due componenti AB , AC si risolve.

Non so, se di questo Teorema avessero qualche sentore gli antichi Meccanici: eglino, che scrissero teoricamente de' sei noti stromenti, ed in pratica con tanta perizia li maneggiarono. Se ne valsero a gara i Geometri moderni, ed una buona parte delle recenti maravigliose scoperte dal menzionato principio trasser l'origine. Fra gli altri il celebre Sig. Varignon su questa base fondò la sua intera Meccanica, che per la semplicità, e per la chiarezza meritò l'applauso di tutti i Fisici dell'Europa.

Pare, che talvolta nelle menti umane riluca un raggio, ed un certo anticipato presentimento di verità, della quale sebbene non abbiamo alle mani le prove evidenti onde confermarla, viene però essa accompagnata da un lume sì forte, che senza esitazione siamo persuasi a servirsene. Il criterio è bene spesso ingannevole, e pericoloso; perchè le opinioni false, ed incerte pullulano frequentemente da cotali preoccupazioni, e perciò vogliono adoperarsi colla debita circospezione. Qualche fiata però si coglie nel segno, e ne abbiamo l'esempio nelle forze composte, che in moltissime moderne specolazioni an fatta la loro comparsa, quantunque d'una rigorosa dimostrazione non fossero per anco munite.

La prima lode si debbe all'acutissimo Signor Daniello Bernoulli, che nel primo tomo de' Comentarj dell'Accademia Imperiale di S. Pietroburgo, ne ha cavate le prove da alcune massime metafisiche superiori ad ogni eccezione. La seconda al P. Vincenzo Riccati, che le ha dedotte dai principj fisici dell'azioni nella settima giornata de' suoi Dialoghi. Anch'io mi sono ingegnato di stabilire il Teorema con un metodo indiretto, che in altra congiuntura uscirà alla luce: ma presentemente, acciocchè la mia opera non resti imperfetta, raccoglierò in succinto da' predetti Autori ciò, che fa a mio proposito.

II.

Si fa strada il Signor Bernoulli all' inchiesta con due evidentissimi pronunziati. Considera in prima le potenze componenti ne' due casi estremi di limite, cioè quando l'una è sovrapposta all'altra, ed agiscono unite colla lor somma per la medesima direzione: o pure quando essendo direttamente contrarie, scambievolmente si contrastano, e nulla operano se sono pari, o se sono disuguali soltanto colla lor differenza. Ne' casi di mezzo ha luogo il secondo assioma, che si premette siccome un Lemma, ed è, che poste equivalenti le tre potenze a, b, c , le loro multiple, o summultiple, o proporzionali in qualunque ragione di maggiore, o minore inegualità, cioè na, nb, nc sono di pari equipollenza fornite. Illustra la cosa con qualche semplice esempio. Imperciocchè se le forze morte a, b, c sono equivalenti, sussisterà l'equipollenza nelle altre tre $a+a, b+b, c+c$; e così vadasi discorrendo.

Problema primo. Le due forze componenti AB, AC sieno eguali, e disposte ad angolo retto; si cerca la composta AD . E' cosa chiara, che la direzione AD raglierà in due parti eguali l'angolo retto BAC ; conciossiachè essendo eguali per la supposizione le due potenze AB, AC , il principio generale della indifferenza non consente, che la media AD pieghi più verso l'una, che verso l'altra: lo che importa, che l'angolo retto sia partito egualmente. Ora si tiri per il punto A la linea RAE normale ad AD , e facciasi come $DA : AB :: AB : AR :: AC : AE$, e si segni la retta $AH = AR = AE$.

La costruzione ci mette sotto gli occhi tre ternarij di potenze proporzionali, e sono AB, AC, AD ; AR, AH, AB ; AE, AH, AC ; dunque per il lemma premesso le due AR, AH equivagliono alla AB ; e le due AE, AH all'altra AC ; ma la coppia AB, AC è equipollente alla ignota AD ; dunque le quattro potenze $AR + AE + AH + AH$, ovvero le tre $AR + AE + 2AH$ pareggiano la composta AD . Le due prime AR, AE , siccome prementi, o tiranti in senso direttamente opposto, impiecano l'una contro l'altra i loro murai conati, e vicendevolmente distruggonsi; dunque resta la sola $2AH = AD$. Sostituito poi in vece di

AH il suo valore $\frac{AB^2}{AD}$ nascente dalla premessa analogia $DA : AB :: AB :$

$AR = AH$; avremo $2 \cdot \frac{AB^2}{AD} = AD$, ovvero $2 \cdot AB^2 = AD^2$, ed estratta la radice, $AB \cdot \sqrt{2} = AD$: lo che etc.

Corollario. Compiuto pertanto il quadrato $ABDC$, il diametro AD dinota la potenza equipollente alle due laterali AB, AC .

III.

III.

Problema secondo. Le forze componenti AB , AC formino come sopra l'angolo retto BAC , e sia AB minore di AC , e ci venga ingiunto di determinare il valore AD della composta. Ritenuta la stessa preparazione

sia $AH = \frac{AB^2}{AD}$, cioè terza proporzionale alle due AD , AB : indi AR

$= \frac{AB \cdot AC}{AD}$, cioè quarta proporzionale alle tre AD , AC , AB . Ciò po-

sto egli è manifesto, che la potenza AB equivale alle due AH , AR ; imperciocchè le tre potenze AH , AB , AR sono per la costruzione proporzionali, e similmente poste colle altre tre AB , AD , AC , attesa l'eguaglianza degli angoli BAR , DAC . Ponno dunque alla potenza AB surrogarsi l'equivalenti AR , AH .

Facciasi lo stesso dall'altro canto, sostituendo in cambio della potenza AC le due equipollenti AE , AK tali, che AC , AD , AB sieno proporzionali alle AK , AC , AE : lo che si ottiene col mettere $AK = \frac{AC^2}{AD}$,

ed $AE = \frac{AC \cdot AB}{AD} = AR$. Così le quattro potenze AR , AE , AH , AK

equivaglieranno alle due AB , AC , e conseguentemente alla cercata AD . Ma le due AR , AE , siccome contrarie, ed uguali nulla operano, e non esercitano azione nel mobile; dunque rimangono soltanto le potenze AH ,

AK da eguagliarsi alla potenza AD . In questo mentre $AH = \frac{AB^2}{AD}$, ed

$AK = \frac{AC^2}{AD}$, dunque $\frac{AB^2}{AD} + \frac{AC^2}{AD} = AD$, ovvero $\overline{AB^2} + \overline{AC^2} = \overline{AD^2}$,

e per ultimo $\sqrt{\overline{AB^2} + \overline{AC^2}} = AD$: lo che etc.

Corollario. Per la qual cosa la potenza composta AD è uguale a quella, che ci vien rappresentata dal diametro del rettangolo $ABDC$, i di cui lati AB , AC ci espongono le forze componenti.

Siccome ci è venuto fatto di scoprire il valore della forza equipollente

te $AD = \sqrt{\overline{AB^2} + \overline{AC^2}}$; così siamo tuttavia all'oscuro per quale strada di mezzo il corpo sollecitato dalle potenze AB , AC abbia da incamminarsi. I Meccanici vanno d'accordo nell'assegnare ad esso la direzione per

per la diagonale AD del suddetto rettangolo; ma la proposizione non si può assumere come un pronunziato.

Nel secondo Corollario nota il Sig. Bernoulli, che se ci riuscisse di dimostrare, che le due forze laterali AB, AC talmente nella doppia scambievolmente azione si contemperano, che non permettono alla massa paziente A di svagare fuori della direzione diagonale AD ; allora con un breve giro di discorso si verrebbe a termine della nostra perquisizione.

In fatti ammessa l'ipotesi, due potenze AB, AC (Fig. 24.) abbracciano qualunque angolo BAC , che non sia retto, onde la cosa si pigli generalmente. Compiasi il rombo, o la romboide $ABDC$; dico, che la forza equipollente è diretta giusto il diametro AD , e da esso ci viene esposta. Prorogate se occorre le rette DB, AC , dai punti A, D si tirino le perpendicolari AG, DE , e si avverta essere il diametro AD comune tanto al parallelogrammo $ABDC$, quanto al rettangolo $AGDE$. In questo mentre la potenza AD e per la quantità, e per la direzione equivale alle due laterali AG, AE , ovvero alle tre $AC, CE, AG = ED$: ma essendo retto l'angolo CED , le forze CE, ED compongono la CD , ovvero la AB ; dunque le potenze laterali AB, AC , sono equipollenti alla diagonale AD : lo che etc. S'inoltra il nostro Autore, e considerata l'equipollenza delle potenze nei rombi, passo passo s'apre la strada per dimostrare la verità della supposizione, cioè che la forza composta AD seguita la direzione del diametro AD . Non trascurino i Lettori di ben comprendere l'ingegnoso progresso.

IV.

Il P. Riccati nel luogo citato ci spiana il sentiero, e scoperto l'artificio, con cui la Natura si adopera nella composizione, e nella risoluzione delle potenze, ci fa palese, qualmente nel tempo stesso si mantenga ferma la indispensabile uguaglianza fra le cagioni, e gli effetti. Egli per agevolare la ricerca si serve di due corde elastiche AS, AT (Fig. 22.) raccomandate ai punti immobili S, T , ed appiccate alla massa A , le quali colle loro forze espresse per AB, AC promuovano il corpo A , accorciandosi, o stendendosi per tratti soltanto infinitesimi.

La preparazione porta con seco due benefici: l'uno, che la contrazione, o il distendimento delle funi ci pone sotto gli occhi, quando i conati sono o cospiranti, o contrari: l'altro, che operando le forze agenti per ispazi inassegnabili, esercitano sollecitazioni costanti; laonde possiamo ricorrere alla teorica del Galileo concernente i pesi stimolati all'ingiù dalla gravità uniforme. Le funicelle dunque tirino la massa A per la strada inassegnabile Aa , e per qualunque direzione o libera, o obbligata; si muteranno esse necessariamente di posizione passando la prima dal sito SA al prossimo SA , e la seconda dal sito TA all'altro Ta . Quindi dai centri S, T coi raggi SA, Ta descritti gli archetti minimi ap, aq , egli è manifesto, che la corda SA si farà contratta per la fusione Ap , e la TA per un simile elemento Aq .

V.

Ciò premesso, primieramente si considera l'azione del solo elastro SA, che strascica il mobile A per la direzione necessaria AD, a cagion d'esempio per un canale, da cui uscire non possa. Sia Aa il primo passo, e la molla siasi accorciata per la lineetta Ap. Lasciata cadere dal punto B sulla retta AD la normale BH, si dimostra essere eguali le due azioni $BA \times Ap$, $HA \times Aa$. Dipende ciò dalla similitudine de' triangoli A pa, AHB, i quali oltre all'angolo comune all'apice A, hanno gli angoli retti ai punti p, H. Adunque $Ap : Aa :: HA : AB$, e conseguentemente $BA \times Ap = HA \times Aa$.

Si fa poi vedere, che mosso il corpo A o per lo spazietto Ap, o per lo Aa, ne' punti p, a acquista una pari velocità, giacchè nell'uno, e nell'altro caso al centro s egualmente s'accosta, e per conseguenza una pari forza, conforme per altra via è stato da molti Geometri dimostrato. Appreso si mette in vista la conformità di questa dottrina con quella del Galileo intorno ai gravi, che discendono ne' piani inclinati, e si ricava, che i tempi per Ap, Aa non sono mica eguali, ma in ragione di AH ad AB.

Non si ommettono due Corollarj: il primo, che quanto più l'angolo acuto BAD si allarga, tanto più si minora la potenza equivalente AH; attalchè diventa nulla nella ipotesi dell'angolo retto BAD, perchè allora la perpendicolare cade sul punto A.

Corollario secondo. C'è un'altra potenza esposta per BH, la quale stimola il mobile ad abbandonare la direzione necessaria, e fa sì, ch'esso prema continuamente una sponda del canale. Essendo questa perpendicolare alla retta AD, col suo primo inassegnabile conato non produce salvo che un'azione infinitesima del secondo ordine, e perciò non va messa in conto, quando unicamente si tratta di azioni, che al primo appartengono. Misurandosi la predetta azione dal prodotto della potenza BH nella intercetta fra la tangente del cerchio, e la periferia; gli Analisti fanno, che una tal minima quantità è una flussione del grado secondo, e coll'altra azione $HA \times Aa$ grandezza del primo onninamente incomparabile.

VI.

Vien dietro la supposizione, per cui due funi elastiche SA, TA attaccate alla massa A, la sforzano a camminare per la direzione obbligata AD situata nel piano delle corde. Condotta la normale CK, siccome la potenza AH equivale alla AB, così la potenza AK equivale alla AC; dunque posta $KD = HA$, la potenza AD composta di amendue $AH + AK$ farà equirolante all'altre due AB, AC unitamente operanti. Già si è detto, che l'azione della potenza AH si eguaglia a quella della potenza AB, e per la stessa ragione faranno eguali le azioni delle due potenze AK, AC, e per conseguenza l'azione della sola potenza AD pareggerà l'aggregato delle azioni esercitate dalle potenze AB, AC.

Ecco-

Eccone la dimostrazione. Le coppie dei triangoli AHB , $Ap a$; AKC , $Aq a$ siccome simili ci danno le seguenti analogie. $HA : AB :: pA : Aa$, $KA : AC :: qA : Aa$, e le due equazioni $BA \cdot Ap = HA \cdot Aa$, $CA \cdot Aq = KA \cdot Aa$; dunque $BA \cdot Ap + CA \cdot Aq = HA \cdot Aa + KA \cdot Aa$

$= HA + KA \cdot Aa = DA \cdot Aa$: lo che etc. In questo mentre per i noti canoni del Galileo le tre potenze costanti BA , CA , DA , che stimolano il corpo A , e che per avere le loro rispettive azioni vogliono moltiplicarsi per gli spazietti trascorsi Ap , Aq , Aa , sono eguali ai quadrati delle corrispondenti velocità contrassegnate per du^2 , dv^2 , dV^2 ; dunque essendo $BA \times Ap + CA \times Aq = DA \times Aa$, avremo altresì $du^2 + dv^2 = dV^2$; dalla qual cosa si raccoglie, che se la medesima massa ne' punti p , a , q guadagna differenti celerità, le sue forze vive si espongono per le dette velocità duplicate proporzionali alle azioni giustò la Teorica del Leibnizio.

Quì ci si presentano alcune illazioni. Posto che la potenza BA sollecitasse il mobile A con una direzione normale alla necessaria AD , operando essa forza con un'azione menomissima d'un grado inferiore, dee trasfondersi come se non ci fosse. Ed in ordine a ciò l'azione equipollente $KA \cdot Aa$ s'agguaglia alla sola $CA \times Aq$ infinitamente maggiore della $BA \times Ap$. Siamo dunque nel caso, in cui la corda TA animata dalla potenza CA esercita unicamente il suo vigore contro il corpo A per la direzione obbligata AD .

Ma se l'angolo BAD fosse ottuso (Fig. 25.), in tale incontro accorciandosi la fune TA , l'altra SA patirebbe una distrazione, oppure al rovescio secondo la prevalenza delle potenze CA , BA . In questa supposizione non va adoperata la somma delle azioni $CA \times Aq + BA \times Ap$, ma bensì la lor differenza $CA \times Aq - BA \times Ap$, per misurare l'azione equipollente. Ed in vero la potenza maggiore CA s'impiega in produrre due effetti: l'uno nello stirare la corda SA , che da se stessa di stendersi non è capace: l'altro nel promuovere la massa A per il canale AD . E siccome la sua energia ad ambi gli effetti equivale; così sarà $CA \times Aq = BA \times ap$

$+ KA - AH \times Aa$. E se per avventura le forze KA , AH fossero eguali, il mobile A nel tubo HAK se ne starebbe immoto fra due potenze pari, e direttamente contrarie. Predominando poi la potenza BA , le conseguenze sono facili a dedursi, e comprende amendue i casi la seguente equazione, che concerne le velocità, $= du^2 \pm dv^2 = dV^2$. Se gli angoli BAK , KAC eguagliassero due retti; allora la forza equipollente si ridurrebbe a nulla; e le funicelle elastiche contro le sponde del canale impiegherebbero i loro conati, che per linea retta si oppongono. Giudico soverchio l'avvertire, che se i predetti angoli BAK , KAC superassero i due retti, tornando ad essere cospiranti in senso contrario le azioni delle corde SA , TA , il corpo A sarebbe astretto a camminare al rovescio per la direzione obbligata AH .

Prorogata la linea DA in d (Fig. 22.) si applichi alla massa A l'elastro dA fermato nel punto d , e corredato della forza $A d = AD$; è cosa chia-

chiara, che le due potenze uguali, ed opposte si equilibrano. Esercitano esse incessantemente i loro conati contro il solido A, ma senza profitto; perchè quanto la potenza DA si sforza di tirarlo da A verso D, altrettanto la dA lo stimola verso d. Ma si è provato, che la DA equivale alle due BA, CA unitamente operanti; dunque le tre potenze AB, AC, Ad si trovano costituite in una esatta equiponderanza. E ciò si verifica ogni qual volta le azioni, ch'io chiamerò virtuali, perchè all'atto non si riducono, squisitamente pareggiansi. In questo mentre le dette azioni virtuali, che in semplici perenni sfiancamenti, o pressioni consistono, ponno convertirsi in reali coll'accrescere le potenze BA, CA per un elemento infinitesimo di qual sivoglia grado. In tal ipotesi, non ostante il contraniso della potenza dA, promoveranno il mobile A per lo spazietto Aa appartenente a quell'ordine di quantità infinitamente menoma, che si avvicina al nulla quanto mi aggrada. Per la qual cosa avrò sotto gli occhi il meccanismo della Natura, senza che resti in conto alcuno turbato l'equilibrio.

VII.

Fra le innumerabili direzioni necessarie, per cui le azioni delle cordicelle BA, CA sollecitano il corpo A, ci sarà anche la libera, nella quale camminerà da se stesso, e dal canale non sostenuto. Questa vuole determinarsi. Conveni dunque condurre la linea AD, per modo che sieno uguali le due perpendicolari BH, CK, che dai punti B, C ad essa si tirano. Di sopra al n.º 5.º s'è insinuato, che oltre le potenze HA, KA, che promuovono il mobile A per la direzione AD, ci sono le due normali BH, CK, tutte e quattro derivate dalle primitive BA, CA. La coppia BH, CK si adopera semplicemente nel premere il corpo A contro le pareti del tubo, prevalendo ora l'una, ora l'altra secondo la posizione del canale AD. Ma attesa la nostra costruzione sono esse eguali, e contrarie; dunque il solido A posto di mezzo fra due forze equilibrate non è stimolato a piegare più a destra, che a sinistra, e per conseguenza non si appoggia ai lati del tubo, e non esercita pressione di sorta. Per la qual cosa, rimosso il canale, procederà liberamente il mobile per la medesima strada.

Compiuto il parallelogrammo ABDC, e tirato il diametro AD, è facile a dimostrarsi l'uguaglianza delle perpendicolari BH, CK cadenti dai punti B, C sopra lo stesso diametro, e di più, che collocata in qualunque altra positura la retta AD, la premessa egualità non ha luogo. I triangoli ABH, DCK sono simili, ed eguali; conciossiachè eguali sono i lati opposti AB, DC del parallelogrammo, eguali gli angoli alterni BAH, CDK, e retti gli angoli ai punti H, K; dunque $BH = CK$, e $AH = DK$. Ed in ordine a ciò la diagonale $AD = AK + AH$ ci esporrà la potenza equipollente alle due AB, AC tanto per la quantità, quanto per la libera direzione.

Ora piglio per mano la soluzione Bernoulliana del problema secondo, posto che sia retto l'angolo ABC. Ivi n.º 3.º si dimostra, che le quattro potenze AR, AE, AH, AK equivalgono alle due AB, AC, ovvero

Tom. II. Opere Ricc.

A a a

all'

all'unica AD uguale al diametro del rettangolo $ABDC$. Le due AR , AE , ciascuna delle quali si espone per la grandezza $\frac{AC + AB}{AD}$, ed è quar-

ta proporzionale alle tre AD , AC , AB , siccome eguali e contrarie in nessun modo influiscono nell'equipollente: imperciocchè si sospende ogni azione, quando le forze mortecozzano insieme con pari mutui conati. E qui si rifletta, che passa eguaglianza fra la normale BH , e la linea AR , come altresì fra CK , ed AE ; essendo simili i triangoli ABH , CAD , i quali oltre gli angoli BHA , ACD retti, hanno gli angoli ABH , CAD eguali; dunque $DA : CA :: AB : BH$, e conseguentemente $BH = \frac{AC \times AB}{AD}$: valore, che del pari si è veduto convenire alla retta AR , ovvero AE .

Ma le potenze AR , AE ; HB , KC a coppia a coppia si contrastano scambievolmente; dunque in vece delle due prime posso surrogare le due seconde, le quali, conforme si è detto non permettono, che il mobile A stimolato dalla potenza composta DA si diparta dalla diagonale AD : con che si determina la linea di direzione, e si supplisce a ciò, che mancava nel problema secondo del lodato Signor Bernoulli, senza ingolfarsi in un lungo progresso di deduzioni.

VIII.

Con due metodi si è per noi dimostrato il Teorema della composizione, e della risoluzione delle forze concordemente ricevuto da tutti i Fisico-Matematici. Il primo, ch'è stato prodotto dal dottissimo Signor Daniello Bernoulli, è appoggiato sopra principi metafisici d'incontrastabile evidenza, i quali non possono essere richiamati in dubbio da chi che sia. L'altro pubblicato dal P. Vincenzo Riccati ha per base il principio delle azioni misurate per quello spazio, onde si fa l'accostamento, o il discostamento dal centro delle potenze, il quale, sebbene io lo reputo evidentissimo, pure da parecchi non è ricevuto per anco. Ma conciossiachè da amendue i metodi si traggono le medesime conseguenze, parmi, che il primo serva di forte prova, e confermazione del secondo. Mercè che posta l'inconcusca verità del teorema, se noi pel detto spazio misuriamo le azioni, ritroviamo, che le azioni delle laterali eguagliano quella dell'equipollente; dunque si conserva una squisita egualità tra due cause atte a produrre lo stesso effetto: la qual egualità non potendosi ottenere nell'altra misura dell'azione, come si farà palese nel seguente capitolo, dobbiam dedurre, che dallo spazio vuolsi unicamente desumere l'estimazione dell'azione.

CA:

CAPITOLO DECIMOSESTO

Si prosegue a parlare della composizione, e della risoluzione delle potenze.

I.

LE potenze in quanto s'impiegano semplicemente nel premere, o nello stirare vi si adoperano con tutta quella vigoria, di cui in qualità di conati, o di forze morte son corredate. Non c'è ragione, per la quale abbiano a ricrescere, o scemare, mentre i nisi fra le sollecitazioni fisiche, e necessarie vanno riposti. E vaglia il vero, si applichi alla massa A la potenza AB, (Fig. 22.) che solitaria eserciti contro il corpo paziente la totale sua efficacia; è forse indovina, che vi si aggiunga una seconda potenza AC, che per un altro verso lo stimoli: laonde le due impredioni abbiano a passare di concerto, e d'intelligenza; per guisa che secondo le circostanze scambievolmente si contemperino, e si aumentino, o si minorino, a misura degli effetti, che dall'accoppiamento delle due forze morte abilitate ad agire tal fiata risultano? Fermo il mobile A con un chiodo, e so di certo, che la potenza AB lo tira quanto può, e ci spende l'intera sua energia, e lo stesso fa l'altra AC: ma non segue movimento di sorta, perchè la resistenza del chiodo non lascia vincerli. Metto in opera la terza potenza Ad equipollente ad amendue le AB, AC onde si formi l'equilibrio: anche questa impigherà tutto il suo nisi contro il chiodo, che sosterrà tre stamenti proporzionali ai tre conati AB, AC, Ad. Rimosso il chiodo, siccome le cose nello stato di prima persistono, e nulla di nuovo succederà rispetto alla massa A, che dalla sua quiete non si diparte, attesa la supposta equiponderanza; così egli è manifesto, che i tre menzionati nisi senza punto modificarsi vicendevolmente a sollecitare il solido A si convertono.

Oltre ciò gioverà il riflettere, che ciascuna delle tre potenze AB, AC, Ad può assumersi a piacimento siccome equipollente rispetto alle tre coppie AC, Ad; AB, Ad; AB, AC; ma ognuna delle menzionate forze composte esercita contro il mobile A l'intero suo conato, conforme in appresso vedremo, perchè ad esso direttamente si applica, e per la sua direzione lo stimola, dunque s'inferisca, che la scelta arbitraria d'una, piuttosto che dell'altra, in figura di equivalente nulla contribuisce per accrescere, o diminuire la sua natural energia.

E qui si noti, che non si dubita della verità del teorema intorno le potenze equipollenti, che ora si compongono, ed ora si risolvono. I Matematici, ed i Fisici si sono unanimemente accordati in ammetterlo, ed in farne uso anche prima, che dal celebre Signor Daniello Bernoulli per via di chiarissimi principj metafisici venisse invincibilmente dimostrato. Si osserva, che con frequenza la Natura se ne serve, e che questa è una delle

sue leggi fondamentali, che non soggiace ad eccezzione. Per la qual cosa non vogliono ascoltarli coloro, che per sottrarsi a qualche difficoltà, che non fanno sciogliere, son giunti per suo a dire, (e chi potrebbe mai crederlo?) che la Natura non riconosce la composizione, e molso meno la risoluzione delle potenze, e che questi sono ingegnosi artificj de' Geometri, inventati per agguolare le dimostrazioni.

Io non nego, che bene spesso alle potenze reali si sostituiscono le immaginate, che sono soltanto nella mente del Matematico. Egli im prende ad imitare la Natura, e scorgendo valersi lei alle occasioni delle forze morte equipollenti, onde da un niso ne nascon molti, e da molti un solo, crea, osservate le debite regole, qualche ideale conato. E con ciò null' altro si prefigge, fuorchè se quel conato, ch' egli industriosamente si finge, in fatto operasse, succederebbe il medesimo effetto, che dagli equivalenti si genera. Dalla qual cosa non si conchiuda, che cotali potenze sieno tutte parti del nostro intelletto in qualunque incontro, quasi che non possa mai darsi il caso, che abbiano a considerarsi siccome realmente esistenti, e che la Natura non ne faccia uso, e sovente nel suo meccanismo non entrino.

II.

Dalle potenze primitive, quando o in tutto, o in parte venga l'azione loro impedita, ne nascono diverse infinite derivate, delle quali per formare una giusta idea fa di mestieri, che distinguiamo due casi. O vuolsi supporre, che i corpi, a cui le primitive si applicano, possano esser soggetti ad una notabile, o ad una insensibile compressione. Nel primo caso siccome per ridur le cose all'equilibrio richiedesi un considerabile costipamento, così fa d'uopo, che a produrlo siasi dalla primitiva esercitata una finita computabile azione. Ma nel secondo cotale azione sarà minima, e fisicamente nulla, comunque la potenza derivata finita sia. Se rimuovasi interamente, o in qualche parte l'ostacolo, ch'era all'azione d'impedimento, o tutte, o molte di quelle molle, ch'eran compresse, messe in libertà si apriranno. Per determinare la mutazione di stato, che s'introduce nel corpo, non basta compusare l'azione della potenza, ma è necessario aggiungere l'azione di dilatazione esercitata da questi elastri, la quale si eguaglia a quella della forza primitiva, che gli ha serrati. Ben è vero, che nel secondo caso essendo così fatta azione fisicamente minima, ci è lecito trascurarla con sicurezza.

Se ogni impedimento all'azione venga levato, tutte le molle caricate si andran rilassando, onde le forze derivate o in tempo come nel primo caso, o in un istante fisico come nel secondo svaniscono. Ma se un qualche ostacolo pure rimanga, onde la potenza originaria con piena libertà non agisca, annientandosi molte delle potenze derivate, altre se ne conserveranno in Natura, o rimanendo le stesse senza alcun cangiamento, o scemando, e tal volta ancor ricrescendo. Per avere la giusta misura della forza viva impressa ne' corpi, è superfluo nel secondo caso ridur a computo cotali varietà per la ragione già detta; ma nel primo come non si possono di-

mi-

minuir le potenze, se non s'apron gli elastri; nè aumentarli, se vie più non si estinguono; così sarà d'uopo l'aggiungere, o il levare dall' azione della potenza primitiva, quelle degli elastri predetti.

III.

Dalla premessa dottrina, ch'è più chiara della luce del mezzo giorno impariamo, che non v'ha altro criterio per distinguere se sieno in Natura le forze derivate, se mantengansi sempre le stesse, se si aumentino, oppure minorino, se interamente si annullino, salvo che quello, il quale è stato messo in veduta dal Signor Jacopo Mariscotti. Si concepisca posto nel luogo, ove si dubita se v'abbia, o no la forza derivata, un elastro minimo: e egli mantiene la sua natural dimensione, non v'è forza alcuna; e quando nelle dimostrazioni supponasi, sarà essa parto della mente umana, non della Natura. Costipandosi poi l'elastro avremo sicuro indizio di forza, la cui grandezza si potrà dedurre dalla maggiore, o minore costipazione. Qual mutazione poi nelle circostanze diverse ricevano le forze derivate l'elastro il manifesterà or maggiormente serrandosi, or allargandosi, or alla sua natural dimension riducendosi.

Per dare della premessa teorica un qualche esempio nella risoluzione, tra due piani inclinati BF, BG (Fig. 26.), che facciano qualunque angolo FBG, sia collocata la sfera C. E' noto, che risolvendo la gravità AC espressa pel raggio verticale nelle due CM, CN normali ai due piani, si avranno contro de' piani due pressioni espresse per le stesse rette CM, CN. Queste sono veramente in Natura, perchè due elastri posti in D, E tra la sfera, ed i piani a compressione saran soggetti. Si rimuova un de' piani per esempio BG, l'elastro in E senza dubbio si apre, segno evidente, che svanisce, e si annulla ogni potenza nel dato punto: perciò se di qualche problema la soluzione si deduca dalla potenza CN si farà uso di un metodo de' Geometri, non di quello della Natura.

Quanto alla potenza CM, se l'angolo FBG sia retto, non soffrirà cangiamento alcuno, perchè l'elastro in D resterebbe egualmente compresso. Ma se FBG sia acuto, l'elastro si aprirà alquanto, e per conseguenza si diminuirà la potenza; all'opposto se il detto angolo sia ottuso, l'elastro vie più stringerà con accretimento della pressione. Rimosso ancor il piano BF, poichè rimane alla gravità interamente libera la sua azione, si dileguerà ogni pressione derivata, e ritornerà l'elastro in D alla sua naturale lunghezza.

IV.

Il punto sta, che per anco non convengono i Matematici, qualmente nella teorica delle forze equipollenti abbia a salvarsi il gran principio, che stabilisce una perfetta uguaglianza fra la causa piena, e l'effetto intero. Alcuni disperando di riuscirci non si sono astenuti dal dire, che niente importa, che nel caso in questione si verifichi l'assioma. Altri più ragione-

voli si sono ingegnati di tener ferma l'egualità fra le potenze componenti, e composta. Condotte al diametro AD dai punti B, C , (Fig. 22.) le perpendicolari BH, CK , risolvono tanto la potenza A nelle due AH, BH , quanto la corrispondente AC nelle altre due AK, CK . Quindi fatta riflessione, che per le proprietà del parallelogrammo hasi $BH = CK$, ed $AH = KD$, concludono, che la prima coppia, in cui si riuviene uguaglianza, e contrarietà, si elide, e che la seconda si congiugge, e forma l'equipollente AD . Il raziocinio sarebbe giusto, se non incorresse in uoa palpabile petizion di principio. Si suppone ciò, che si cerca, ed io dimando, qualmente dalla potenza AB spuntino le due AH, HB , che di lunga mano la superano, e ciò non ostante si mantenga illesa l' analogia fra le cagioni, e gli effetti.

Indarno dunque si tenta in grazia del premesso pronunziato di modificare le potenze; imperciocchè non si raccozzerà mai una ipotesi congrua, che soddisfaccia ad entrambe le verità, ed insieme le concili. Per la qual cosa fa d'uopo, messe da canto le potenze medesime, ricorrere alle loro azioni, e vedere se per tal mezzo ci vada fatto di dimostrare, che nel comporre, e risolvere i conati la Natura del suo capitale principio non si dimentica; anzi che da esso, assunto siccome base, l'economia delle potenze equipollenti immediatamente deriva.

Io non conosco Analista, il quale facendo uso delle forze morte costanti, e variabili, o sieno reali lavori della Natura, o surrogate in via di ausiliarie per servire al metodo, nel suo vero stato non le conservi, senza accrescerle, o minorarle, e senza che gli passi per mente, che nelle particolari occorrenze a vicenda si avvalorino, o si contrastino. Escano pure in azione coll' applicarle alla durata del tempo, o alla lunghezza dello spazio, per cui il mobile si accosta ai centri delle potenze, nè punto, nè poco si diversificano; laonde le loro elementari azioni si esprimono giusta le varie

opinioni per i prodotti $f dt, f ds$, e le totali per $\int f dt, \int f ds$. In questo mentre, stando sempre la potenza f intatta, non c'è ripugnanza, che si esercitino ora maggiori, ed ora minori le azioni, secondo che la combinazione delle circostanze permette, che la forza f stimoli una massa per tempo più diuturno, o più breve, ovvero per uno spazio più corto, o più lungo: in quella guisa appunto, che una linea, la quale cammina di traverso, col fermarsi più presto, o più tardi genera una superficie più ristretta, o più estesa.

V.

Nulla si profitta col valersi della formola $f dt$ nella composizione, o nella risoluzione delle potenze; avvegnachè la misura delle loro azioni non può desumersi dal moltiplicare il conato nel tempo. Egli è certo, che i due assi laterali BA, CA promovono il mobile A per lo spazietto Aa in tanto tempo nè più, nè meno, quanto ce ne spende l'equivalente DA , che da essi risulta. Di conseguenza se gli effetti rispondono alle azioni delle cause operanti,

ti, cioè a dire ai prodotti delle potenze nei tempi, nascerà l'equazione $BA \times dt + CA \times dt = DA \times dt$, o sia $BA + CA = DA$, cioè i due lati del triangolo ABD uguali alla base. Il qual assurdo ci fa toccar con mano, che

l'espressione $fds = mdu$, o sia $\int fds = mu$ ci dà una legge secondaria spesse fiate negletta dalla Natura, la quale non ha luogo ne' moti indiretti, viene a dire qualunque volta la potenza agente segue una direzione, ed il corpo paziente per un'altra dalle circostanze, come nel nostro caso, è costretto a procedere.

Resta dunque, che per ultimo partito si ricorra alla formola Leibniziana $fds = mdu$, ovvero $\int fds = \frac{m u^2}{2}$, la quale è generalissima, non mai

trascurata dalla Natura, e che regge tanto ne' moti diretti, quanto negli indiretti. Per la qual cosa le azioni elementari si misurano dai nifi successivi delle forze morte f moltiplicate ne' minimi spazj ds , e le totali dalla sommatoria $\int fds$. Gli effetti poi passo passo nascenti s'eguagliano ai prodotti della massa m nel momento della velocità du , e gl'interi alla integrale $\frac{m u^2}{2}$; onde le forze vive generate si espongono per le masse nei semi-

quadrati delle velocità. Ogni altra legge si dimostrerà da me impossibile; quando ragionerò de' canoni, che regolano le comunicazioni de' movimenti, e di vantaggio avvertirò, che la vera misura delle azioni si desume dalla quantità $\int fds$, e che la corrispondente $\frac{m u^2}{2}$ da essa necessariamente deriva di conseguenza.

VI.

Qui mi si fa incontro il P. Balassi nella sua dissertazione delle forze vive, inteso a sostenere ad ogni costo la sentenza de' Cartesiani. Per me penso, che pochissimo ci voglia, perchè il detto Padre diventi un ottimo Leibniziano. A buon conto egli è convinto, che non bisogna far uso della opposizione fra le pure potenze, ma che indispensabilmente deggionsi prender di mira le azioni delle potenze medesime da chi si propone di conservare indenne l'analogismo tra le cagioni, e gli effetti. Muove un secondo passo, e non si fa forte sulla formola $fds = mdu$ tanto inculcata dai Matematici di Francia, e d'Inghilterra; mercè che ha conosciuto, che manca, e non si verifica ne' movimenti indiretti. Si accosta per tanto al Leibnizio, e si appoggia al canone capitale $fds = mdu$, ed avrebbe asserata la verità, se nella sua purità mantenuto l'avesse, senza metterci mano, e disguisarlo. Come dunque egli si comporta? Divide per la velocità u ambo i membri dell'

dell'equazione, e ne viene $\frac{fds}{u} = mdu$, indi si fa strada all'integrazione $\int \frac{fds}{u}$ $= mu$. E conciossiachè nell'omogeneo di comparazione appare la quantità del moto mu , dalla quale secondo lui si piglia la stima delle forze vive, due conseguenze ne cava: la prima, che le minime azioni si misurano dalla flusso $\frac{fds}{u}$, ed il cumulo dalla somma $\int \frac{fds}{u}$: la seconda, che non essendo soggetto ad eccezzazione in qualsivoglia genere di movimento il canone $fds = mdu$, è fornito d'un pari privilegio anche il surrogato $\frac{fds}{u} = mdu$.

Ed ecco l'ultimo refugio, a cui il P. Balassi riduce il Cartesiano. Io non so, se i suoi Compagni d'Italia, ed oltre i monti si prevaleranno di questo tardo soccorso; so bene, che a nessuno è caduto in pensiero di rifuggire a così strano partito. Resteranno sopraffatti gli Analisti, qualora per l'avvenire avranno a maneggiare la nuova formola. Imperciocchè se si tratterà dei moti diretti sostituendo in vece di $\frac{ds}{u}$ l'equivalente differenza

del tempo, cioè dt , ricaderanno nell'antica $fds = mdu$, che siccome troppo limitata dal nostro Autore non si adotta. Se poi ci si presenteranno i movimenti indiretti, si rifletta essere ds lo spazietto, cui s'applica la potenza f , ed u la velocità, colla quale la massa m cammina con un'altra direzione, e per uno spazio affatto diverso, ch'io chiamo ds . Essendo per tanto $u = \frac{ds}{dt}$, fatta la surrogazione, l'egualità si trasformerà nella seguente $f \frac{ds}{ds} dt =$

mdu . Io dimando qual costrutto sieno per trarre i Geometri da questa formola imbarazzata di quattro elementi, e come verranno in cognizione dell'aggregato delle azioni esposto dall'integrale $\int f \frac{ds}{ds} dt$.

Facciamo un cattivo cambio surrogando questa espressione alla Leibniziana, in cui domina la semplicità, ed in cui la specie s , e la sua flusso ds dinotano gli spazj crescenti, ai quali applicandosi la forza morta f esponente il conato, o sia la potenza sollecitante in qualsiasi punto, obbliga la massa inerte m a cangiare stato, e ad acquistar passo passo nuovi gradi di forza viva.

VII.

E qui viene a festa la bella avvertenza del Sig. Jacopo Mariscotti nelle sue Annotazioni alla citata Dissertazione del P. Balaſſi, che fa di mestieri accuratamente distinguere gli elementi, che stanno dalla parte della causa da quelli, che all'effetto unicamente appartengono, e che non bisogna confonderli; perchè in tal guisa si turba da capo a fondo l'economia della Natura. Da tal metafisico ed evidente principio siamo convinti, che la potenza *f* entra senza dubbio nella cagione operante, ma non già sola; attesa che il conato, che non si sviluppa, persiste in figura di forza morta, e siccome tale non è capace di produrre cangiamento di stato, che s'introduce; qualunque fia il nido non se ne sta ozioso, e stimola costantemente il corpo, per uno spazio infinitesimo. Per la qual cosa il prodotto $\int f ds$ misura l'azione ele-

mentare, e la somma $\int f ds$ l'aggregato di tutte le minime azioni, e conseguentemente la forza viva; laonde le assegnate quantità non vogliono con qualsivoglia grandezza estranea modificarsi, mentre siamo intesi a determinare la vera, e germana energia delle azioni. All'incontro egli è certo, che la massa *m*, di cui si vince l'inerzia, va computata nell'effetto, e lo stesso dee dirsi del momento della velocità *u*du, da cui dipende la mutazione di stato, alla quale la detta massa soggiace. E se così è, s'inganna il P. Balaſſi, qualora parte per la celerità *u* la fluzione $\int f ds$, ed estima il vigor delle azioni, e degli effetti dalle formole $f \frac{ds}{u} = mdu$, $\int f \frac{ds}{u} = mu$. E vaglia il

vero, chi mi vieta di servirmi di un'altra equivalente espressione, onde meglio appaja l'assurdo? Piglio anzi gli occhi l'equazione $f ds = mdu$, che

integrata mi dà $2 \int f ds = mu^2$, ovvero $\sqrt{2 \int f ds} = \sqrt{m \cdot u}$, e multi-

plicati amendue i membri per $\sqrt{m}$ haſſi $\sqrt{m} \sqrt{2 \int f ds} = mu$. Secondo il nostro Autore la quantità del moto *mu*, che ci espone la forza al mobile comunicata, esaurisce siccome effetto tutta la virtù della propria causa, cioè a dire dell'azione, la quale può del pari esprimersi per $\int f \frac{ds}{u}$, o pure per

$\sqrt{m} \cdot \sqrt{2 \int f ds}$. La prima magnitudine viene affetta dalla velocità *u*, e la seconda dalla massa *m*, ed entrambe passano dall'effetto a modificar la cagione. Ora io dimando, come nell'azioni ci possa mai entrare la massa paziente, che corredata d'inerzia è soltanto atta a ricevere in se stessa l'azione. A cagion d'esempio abbianſi due elastri, eguali, e rinferrati da eguali

forze. Nell'aprirsi, se saranno dotati di perfetto vigor di molla, restituiranno belle ed intere le forze, che si sono spese in comprimerli. Sono essi forse indovini a quali masse applicar si vogliano, e quali celerità sieno per imprimere alle masse medesime? Con qual meccanismo dunque si comporteranno nel regolare le loro azioni aumentandole o diminuendole, per modo che in vece d'esser pari stiano in ragione reciproca delle velocità, o diretta dimidiata delle masse? Da cotali incongruenze se ne va immune il canone Leibniziano; avvegnachè non si mesce ciò, che risiede nella causa con ciò, che si trasfonde nell'effetto. Frequentemente la potenza f d'assi, massime nelle forze centrali, e nelle molle, per una qualche funzione dello spa-

zio s , e l'efficacia dell'azione ci si rende nota dall'aja curvilinea $\int f ds$ per via delle integrazioni o analitiche, o trascendenti. Dall'altro canto il vigore, che passa nell'effetto, si desume dalla forza viva partecipata al mobile, che si espone per il prodotto mu^2 . Ed è notabile verificarsi in qualunque caso l'analogia $\int f ds : \int F ds :: mu^2 : MV^2$, e se per sorta si ha $\int f ds = \int F ds$ sarà altresì $mu^2 = MV^2$, e conseguentemente gli effetti pigliano norma dalle proprie cagioni, che a generarle s'impiegano, e ad esse puntualmente rispondono.

VIII.

Il subbietto richiede, che si esamini, qualmente si comportino le potenze agenti o separate, o congiunte. Le diversità, che anderò esponendo, nascono d'alla differente applicazione, e l'applicazione dalla varietà degli angoli con cui s'incontrano: stando però sempre fermo il principio fondamentale, che le azioni delle componenti $BA \times Ap + CA \times Aq$ (Fig. 22.) si eguagliano a quella della composta $DA \times Aa$. Se l'angolo BAC è retto, ognuno comprende, che attesa la nostra preparazione il rettangolo infinitesimo $Apap$ è simile al finito ABDC. Quindi le due funi elastiche SA, TA, o operino da se sole, ovvero unitamente trasportino nel tempo stesso il mobile A per lo spazietto Aa; in ambo le circostanze si accorcieranno, la prima per l'elemento Ap, e la seconda per l'elemento Aq. L'angolo retto pertanto è privilegiato, mercè che non si alterano punto le contrazioni, o si accoppino insieme le due cordicelle, o si lasci, che fra loro disgiunte s'impieghino.

Non così succede posto l'angolo BAC acuto. Io noto, che perleverando nel loro stato le forze laterali BA, CA, l'equipollente AD si aumenta fino a divenire uguale alla lor somma $AB + AC$, mentre fosse infinitamente acuto il predetto angolo BAC, e le potenze ad essere cospiranti si ridurrebbero. Per avere il parallelogrammo elementare Aman simile allo ABDC fa d'uopo condurre la retta am parallela alla qA, e la an parallela alla pA osservando, che Am è minore di Ap, ed An di Aq. E giacchè la potenza diagonale Aa equivale alle due componenti Am, An; accaderà, che le tre po-

potenze BA, DA, CA applicate ciascuna da sé alla massa A la condurranno in tempi pari per le flussioni Am, Aa, An, e conseguentemente le funicelle SA, TA si restringeranno per gli spazi minimi Am, An. Ma se sono obbligate ad agire di conserva contro il corpo A, si dispongono ad esercitare maggiori azioni in dato tempo; avvegnache per le differenze Ap, Aq di rannicchiarsi sono costrette. Ciò non può attribuirsi, salvo che alla varia posizione delle corde, l'energia delle quali in se stessa non molto, né poco alterandosi, ne segue, che si applichi ora più, ed ora meno, ed accompagni il mobile A ora con maggiori, ed ora con minori contrazioni, secondo che l'angolo BAC o si ferra, o si apre.

Per la qual cosa non mi sofferivo al parere di que' Matematici, e massime del Bulfingero, il quale per mettere a coperto la teorica Leibniziana intorno le forze vive, che per mezzo dell' azioni si mantiene illesa, pretende, che le potenze BA, CA ora si avvalorino, ora si contrastino, e tal fiata operino bensì unite, ma siccome indipendenti l'una dall' altra giusta la loro differente inclinazione. Nell'ipotesi dell'angolo acuto BAC egli è manifestò, che la CA non foccorre la BA, o al rovescio; perchè passando per cagion d'esempio una qualche parte del vigore della prima nella seconda, quanto si aumenterebbe l'azione della potenza BA, altrettanto si diminuirebbe l'azione della compagna CA. Eppure amendue unitamente esercitano maggior azione di quella, che eserciterebbero separate.

Se poi l'angolo BAC si allarga fino a divenire ottuso, i refringenti A_p , A_q delle funicelle sono minori di A_m , A_n , ed in tale incontro vanno passo passo scemando le azioni laterali, e decrescendo altresì quella della potenza equipollente.

IX.

Sembrerà strano, che le potenze congiunte, che non possono andar immuni da opposizione, esercitino in un dato tempo azione eguale, ed anche maggior di quella, che opererebbero separate, quando nulla opposizione intervenga. Ottimamente ci ha ammoniti il lodato Signor Marficcotti, che fa d'uopo guardarci da un equivoco, addossando a ciascuna d'esse potenze segregate, e liberamente operanti una massa eguale alla massa A, a cui di conserva si applicavano. E' cosa chiara, che si fanno agire contro una massa doppia, la quale si obbliga a cangiare stato, e che debbono modificarsi le azioni a proporzione della inerzia due volte tanto accresciuta. Si noti dunque, che la potenza equipollente AD, che promove la massa A per lo spazio Aa, consta di due membri AH, AK, ognuno de'quali in particolare si adopera nel far mutare stato non a tutta la massa A, ma ad una determinata porzione, che al suo vigore corrisponde: adempiuta però la condizione, ch'esse masse parziali $m+n=A$, che si considerano come disgiunte, vengano stimolate dalle potenze AH, AK in tempo pari per lo stesso spazietto Aa. E giacchè $H \times dt = mdu$, $A \times dt = ndu$, essendo che scorso lo spazio comune Aa in tempi eguali si acquistano velocità pari; ne segue, che

 $Bbb \pm$

via

380
 Sia $\frac{AH}{m} = \frac{AK}{n}$; dunque $AH:AK::m:n$. Quindi si d'uopo dividere la

massa A in due parti m, n in ragione delle potenze AH, AK , e concludere, che ciascuna d'esse potenze sollecita al moto quella porzione della massa A , che al suo nifo è proporzionata.

Dietro la scorta del Sig. Mariscotti facciamo, che le potenze laterali AB, AC (Fig. 25.) agendo separatamente, e con tutta la loro energia si applichino alle masse m, n , e nel tempo medesimo le trasportino, la prima da A in g , e la seconda da A in b . Anco in questa ipotesi avremo $BA \times dt = mdu$, $CA \times dt = ndv$, e dalla doppia equazione risulterà l'analogia

$$\frac{BA}{m} : \frac{CA}{n} :: du : dv :: Ag : Ah, \text{ ovvero (Fig. 22. 23.) } \frac{BA}{m} : \frac{CA}{n} :: Ag : Ah$$

Ab , essendo $m:n::AH:AK$. Paragono ora le due azioni della medesima forza morta AB prima libera, e poi impedita. Nel primo caso la sua azione si ha dal prodotto $BA \times Ag$; nel secondo dal prodotto $AH \times Aa$. Ma essendo Ag, Aa spazietti dalla stessa massa m in egual tempo passati, faranno in ragione delle potenze AB, AH ; dunque le nominate azioni so-

no in ragione di $\overline{AB}^2 : \overline{AH}^2$, cioè in duplicata delle potenze AB, AH : conclusione che si adatta parimente alla potenza AC , quando agisce ora da se sola, ed ora congiunta colla potenza AB . Egli è fuor di dubbio, che le due potenze AB, AC , tenute ferme le masse $m+n=A$, e la loro distribuzione in ragione de' conati equipollenti AH, AK , esercitano maggior azione in comunicando il moto separatamente a ciascuna delle masse m, n , e minore più, o meno quando ad agire contro il mobile A in figura di potenze componenti si accoppiano.

Dalle cose dette parecchi corollari cavar si potrebbero, alcuni de' quali nel luogo citato dal P. Riccati sono stati dedotti. Il più magistrale si è, che nella composizione delle potenze determinate a non impiegare le azioni intiere, che ad esse operanti liberamente competono, si anno a distinguere due generi d'impedimenti per ciò, che concerne l'imprimere nel corpo A il moto di traslazione. Il primo è generale, qualunque sia l'angolo BAC (Fig. 22.), purchè non infinitamente acuto, nel qual caso le due potenze siccome cospiranti vicendevolmente non si frastornano, ed esercitano tutto il loro vigore. Il secondo nasce, qualunque fiata interviene, che una delle potenze, per esempio AC , formi colla equipollente AD un angolo ottuso. Questa ipotesi porta, che per aver l'azione della potenza diagonale, non si pigli la somma delle azioni laterali, ma bensì la lor differenza. E la ragione si è, perchè va tolta la somma, quando amendue le funicelle BA, CA si accorciano nel promuovere la massa A , ed all'incontro la differenza, qualora restringendosi la corda BA , l'altra CA si distende: lo che succede mentre le rette AC, AD formano l'angolo ottuso CAD .

X.

Pel punto a menisi la ras normale alla direzione AD . Le due potenze AB , AH applicate alla stessa massa m le farebbero in dato tempo percorrere spazj in ragione delle stesse potenze; dunque se Aa sia lo spazietto passato dalla massa m animata dalla potenza AH , Ar farà quello, che passerà nello stesso tempo sollecitata dalla potenza AB : quindi le due azioni si esprimeranno per $AH \times Aa$, $AB \times Ar$: ma la seconda è l'azione della potenza AB , che agisce liberamente, l'altra eguaglia l'azione $AB \times Ap$ della stessa potenza agente in egual tempo con l'impedimento; dunque l'azione, che nel dato tempo resta impedita, farà $\overline{AB \cdot Ar - Ap} = AB \cdot pr$.

Concepiamo, che una pari azione venga esercitata da una potenza normale alla AD , e di questa stessa potenza cerchiamo il valore. Egli è manifesto, ch'essa si applica allo spazietto ar ; dunque dividendo $AB \cdot pr$ per ar , il quoziente indicherà la ricercata potenza. Per la similitudine de' triangoli AHB , apr farà $pr : ar :: BH : AB$; dunque $\overline{AB \cdot pr} = BH$, la quale,

siccome per altri metodi erasi ritrovato, è la potenza nella direzione normale alla AD . Le stesse cose si adattino ancora all'altra potenza AC .

Ricavo come per corollario il seguente canone universale, cioè che le potenze derivate anno sempre origine da una qualche azione impedita, e per ritrovarle, basta total azione dividere per quello spazietto, a cui esse di fatto si applicherebbero.

Si avverta, che le due lineette ar , as sono in ragion reciproca delle masse m , n . Lo dimostro. Stà $ar : as$ in ragion $ar : Aa :: BH : AH$ composta $Aa : as :: AK : KC$

dunque, essendo $BH = KC$, si averà $ar : as :: AK : AH :: n : m$, cioè in ragion inversa delle masse, come si dovea dimostrare.

Tra le masse m, n , si collochi un elastro. Se questo sia di nulla rigidità, e forza di molla guarnito, trattanto che il centro delle masse scorre la Aa , farebbesi dilatato per gli spazietti ar , as , e le masse m , n , si ritroverebbero ne' punti r , s . Ma se di qualche elasticità sia dotato, le sue dilatazioni saranno minori, ma serberanno sempre la ragion reciproca delle masse, cioè la diretta degli spazietti ar , as . Finalmente quando la rigidità dell'elastro infinita sia, le masse m , n non partiranno dal punto a . Per qualunque verso si girin le cose, a chi ha trovata la verità, ritornano sempre mai legittime le conseguenze.

CAPITOLO DECIMOSESTIMO

Della conservazione della forza.

I.

VOrrei sperare di non aver gittato il tempo, e la fatica nel confermare con replicate riflessioni alquante verità fondamentali della Fisica, le quali o ignorate, o mal intese, o contraddette sono l'origine d'innumerabili errori, e quanto più si crede di acquistar nuove cognizioni, tanto meno si penetra ne' reconditi magisteri della Natura. Non è andato interamente lungi dal vero il celebre Renato Cartesio, quando ha giudicato doverli la stessa quantità di forza mantenere, acciocchè la Natura non divenga a poco a poco più fiacca, e perda il primitivo vigore. Da cotai principio però a contrattempo applicato quali strane conseguenze non son derivate? Egli, che costituiva la forza nella quantità del movimento, ha formate, come ognun sa, alcune regole per la comunicazione del moto, che sono dalla esperienza state convinte di falsità, e da suoi medesimi Discepoli ripudiate.

Accettarono questi di buon grado le leggi prodotte dal Vallis, dall'Ughenio, e dal VVrenno; e non ostante furon d'avviso, che si salvassero egualmente i due principj del loro Maestro. Imperciocchè le vere leggi fortunatamente insegnavano, che quella quantità del movimento, che si avea prima dell'urto, anche dopo intera si manteneva. L'idea a prima vista sembra plausibile; ma esaminata con diligenza al buon discorso non regge, e cade in contraddizione. Lascio di considerare, che ad aver la quantità della forza fa di mestieri prender la differenza delle quantità del moto, allorchè si trovano contrarie: divisamento, che più si accosta alla immaginazione de' Geometri, che all'operazioni della Natura.

In effetto se due corpi molli vengano al congresso con celerità, che sieno in ragion reciproca delle masse, e si fermino come realmente succede dopo la collisione, sono essi costretti di confessare, che le due forze eguali, e contrarie, che v'eran prima, si distruggono, e vanno in nulla. Muovano frattanto un'altro passo, e c'insegnino, qualmente si ripari il discapito, e si supplisca alla forza perduta. Se nell'urto contrario de' corpi molli perisce forza, e non c'è mezzo fisico per ristorarla; ogni giorno si altera il sistema, ed il Mondo d'oggi non è quello, che fioriva alquanti secoli addietro. Così la Natura sempre più languisce; imperocchè dal principio delle cose sino ai nostri tempi la materia si trova spogliata d'una buona parte di quella forza, che in lei riscedeva, e peggio succederà negli anni venturi, in cui si mostrerà passo passo più fiacca, e fornita di minor energia: laonde estenuato a poco a poco il vigore delle cagioni, si debiliteranno proporzionalmente gli effetti.

Si dirà forse, che il Sommo Facitore del tutto, per non lasciare andar a male la stupenda Macchina da lui fabbricata, sta sempre inteso a riparare i danni, e che quanta forza si annienta, altrettanta ne riproduce, supplendo in tal guisa alla impotenza della materia, che da se stessa è inabile a generar forza. Un tal futterfugio è venuto in pensiero al Cavalier Nevvton intanto a salvare, che i Pianeti non discapitassero ne' periodi regolari delle loro rivoluzioni, non ostante la continua resistenza del fluido celeste, a traverso del quale si fanno strada. S'era immaginato, che Dio desse di quando in quando una riveduta alla sua grand'Opera, e ne togliesse i disordini, e ne accocciasse i difetti altronde non riparabili, a cui la struttura materiale imperfetta di sua natura inevitabilmente soggiace. Bramerei, che un Fisico qualunque fiata non si sviluppasse un qualche nodo, si guardasse dal far comparir sulla scena l'Autore dell'Universo, quasi che le regole prestabilite nella prima origine delle cose fossero insufficienti, onde restasse egli obbligato ad operare alla giornata con volontà particolari a guisa d'un imperfecto Artefice, che non leva mai le mani dal lavoro.

II.

Mal si appongono i seguaci del Cartesio nel credere, che le forze vive lottanti con moti contrarj vicendevolmente si elidano, e che insieme nel contrasto equilibrate si annientino, ed i corpi si riducano alla quiete: massimamente che per i principi de' lodati Scrittori nell'ammaccare neppur un minimo grado di forza si spende. Ma come poi le dette forze nel congresso onninamente annullate tornano a risuscitare ne' corpi elastici? E' forse privilegio delle molle il crear nuova forza? Io per me pensava, che rimettesse la ricevuta: altrimenti sarebbe di mestieri, che guarnite di giudizio tenessero ben a memoria la forza annientata per farla rinascere, e per puntualmente restituirla. Diremo piuttosto non importare, che le forze in apparenza contrastanti siano eguali, o ineguali, purchè le loro azioni talmente si temperino, che dopo la mutua percossa nulla di forza viva rimanga.

In ciò parimenti s'ingannano gli Avversarj, i quali metton l'equilibrio tra le forze primitive, che pugnando l'una contro l'altra reciprocamente si distruggono. Ma il vero equilibrio, e la legittima uguaglianza non s'instaura dalla Natura, se non se tra la causa piena, e l'effetto intero. Nel caso nostro le forze nell'ammaccature consunte sono eguali, anzi le medesime colle vive, da cui erano impressi i mobili avanti 'l congresso: ed in ciò consiste il perfetto equilibrio tra la cagione generante, e l'effetto generato.

La sperienza ci documenta, che venendosi incontro le palle A, B di molle creta colla quantità del moto $AV = BU$, indi le masse C, D colle altre due quantità del moto $CV = DU$, in ambi gli urti si fermeranno bensì; ma quantunque tutte quattro esse grandezze sieno eguali, non si aspetti di vedere i globi egualmente costipati. Ci sarà una notevole discrepanza palese agli occhi ne' seguenti solidi spianati dall'impeto delle percosse: segno manifestissimo, che gli effetti non prendon norma dalle quantità pari del movimento.

Ogni

Ogni cosa camminerà a festa, se misurinsi le forze alla foggia Leibniziana. Posso fare, che i loro aggregati, cioè per una parte $\frac{AV^2 + BU^2}{2}$,

e per l'altra $\frac{Cx^2 + Du^2}{2}$ si rispondano in qualsivoglia ragione di maggio-

re, o di minore ingegualità, a cagion d'esempio come $n:1$, assumendosi la specie n per una magnitudine quanto si possa essere, o grande, o piccola. Io bramerei, che i sostenitori della opposta sentenza mi sviluppassero questo nodo; conciossiachè se diranno, che intanto si vedono minori le contusioni, in quanto forze più fiacche vi si consumano, ho senz'altro vinta la lite; e queste forze disuguali producenti effetti sensibilmente diversi non an che fare colle quantità del moto, che si suppongono eguali. A quali cause sieno per ricorrere affine di soddisfare al fenomeno, mentre si altereranno probabilmente dal valersi delle forze computate alla Leibniziana; lo cerchino coloro, che adattano ostinatamente ad ogni gruppo il suo cuneo.

III.

Il Problema ipdicato ha qualche cosa di singolare, e merita che se ne accenni la soluzione. Giacchè $AV^2 + BU^2 : Cx^2 + Du^2 :: n:1$, facendo uso delle tre equazioni $AV = BU = Cx = Du$ otterrò, che s'annullano dall'analogismo o le quattro velocità, o pure le quattro masse; conciossiachè $\frac{A^2 V^2}{B} = BU^2$, $\frac{A^2 V^2}{C} = Cx^2$, $\frac{A^2 V^2}{D} = Du^2$. Appreso

avrassi $\frac{AV}{U} = B$, $\frac{AV}{v} = C$, $\frac{AV}{n} = D$. Sostituiti nella premessa analo-

gia i valori in tal guisa scoperti, sarà $AV^2 + \frac{A^2 V^2}{B} : \frac{A^2 V^2}{C} + \frac{A^2 V^2}{D} :: n:1$,

ovvero $\frac{1}{A} + \frac{1}{B} : \frac{1}{C} + \frac{1}{D} :: n:1$. Inoltre $AV^2 + AVU : AVv + AUu :$

$n:1$, o sia $V + U : v + u :: n:1$. Qui si rifletta alla proporzione $AV^2 + BU^2 : Cx^2 + Du^2 :: V + U : v + u$, la quale ci manifesta, che le coppie di forze vive sono come le somme delle velocità rispettive: proprietà, che non era da trasandarsi.

Passo all'equazioni $B + A \times CD = C + D \times nAB$, $V + U = nv + nu$, in ognuna delle quali abbiamo quattro quantità differenti, e per proseguire l'inchiesta, due per ciascuna formola deggiono ad arbitrio assumersi siccome date, e lasciare le altre due in figura di variabili; onde risultino le curve locali appropriate al nostro Problema. Egli è vero, che quattro termini accoppiati a due a due ci danno sei diverse combinazioni:

ma

ma comunque la cosa si prenda, ne nasce, che la prima espressione sarà sempre all'iperbola Apolloniana fra gli asintoti, e la seconda al triangolo.

Fermandomi sulla prima scelgo il caso più semplice. Sien costanti le

masse A, B, e fluenti le C, D, e presentandosi l'equazione $CD = \frac{C+D}{A+B} \times nAB$, ci verrà fatto di costruirla nella seguente maniera. Nell'asse

EFL (Fig. 27.) segno il punto F, e metto a destra, e a sinistra due linee cognite FE, FG ambe $= \frac{nAB}{A+B}$, indi ne' punti E, G alzo le normali

EN, GI, ciascuna d'esse eguale a FE, o sia FG, e poscia tiro la retta NOP parallela ad EFL, e per ultimo la perpendicolare OFQ. Descritta fra gli asintoti FQ, FL l'iperbola SIM, che passi per il punto I; dico, ch'è posta la massa C per l'assissa qualunque NP, l'ordinata PM ci darà il valore della massa D.

Corollario. La massa C espressa per l'assissa NP dee necessariamente superare la linea NO; perchè se fosse minore, l'altra massa corrispondente $= D$, atteso l'andamento de' rami iperbolici, o sarebbe immaginaria, o negativa: lo che apertamente ripugna alla natura della materia, che debb' essere indispensabilmente reale, e positiva.

Soggiungo un esempio. Sia $A=1$, $B=2$, e l'indice n della proporzione fra le menzionate forze vive pongasi $=4$, ed avremo $\frac{nAB}{A+B} = \frac{4}{3}$.

Taglisi a piacimento l'assissa variabile NR $= C=3$ (con qualunque altro valore anco irrazionale, o trascendente si contrassegni la massa C, si dedurrà sempre la medesima conclusione) indi ripetuta l'equazione CD

$= \frac{C+D}{A+B} \times \frac{nAB}{AC+BC-nAB}$, o sia $D = \frac{nABC}{AC+BC-nAB}$, scopriremo l'ordinata

$RS = D = 24$. Ora qualsivoglia delle quattro velocità, per esempio V, si determini come più ci aggrada facendola $=4$, e così le altre tre ci si manifestano, attesa la supposta eguaglianza fra le quattro quantità del moto; onde si ha $U=2$, $v = \frac{4}{3}$, ed $u = \frac{1}{6}$. Quindi le assegnate limitazioni

ci danno l'analogia $AV^2 + BU^2 = 16 + 8 = 24: C^2 + D^2 = \frac{16}{3}$

$+ \frac{2}{3} = 6 :: n=4:1$, lo che etc.

Dell'altra proporzione $V+U : v+n :: n : 1$, ó della equazione $V+U = v+n$, luogo, che prese per costanti due d'esse velocità a ca-

gion d'esempio V, U , e le altre due v, n siccome indeterminate, appartiene alla linea retta, non faccio parola; essendo facile a maneggiarsi, a guisa dell'antecedente.

Non ci è pertanto disdetto, stando salda l'uguaglianza fra le mentovate quantità del moto, di far sì, che una coppia di forze vive $Cv^2 + Dn^2$ messa a confronto coll'altra $AV^2 + BU^2$ sia quanto si voglia minore. In oltre si può fare valendosi del metodo di sopra esposto, che la quantità del movimento $Cv = Dn$ superi di lunga mano la $AV = BU$, e che ciò non ostante la somma delle forze $Cv^2 + Dn^2$ sia dell'aggregato $AV^2 + BU^2$ a nostro beneplacito più picciola. Anche nel caso addotto le contusioni fra le due masse molli C, D si riducono a tale, che rispetto a quelle de' due corpi A, B si rendono appena sensibili. Non essendoci dunque corrispondenza di sorta tra le forze misurate dalle quantità del movimento, e le ammaccature, le quali a detta de' Cartesiani altro non sono, fuorchè vestigi, ed impronti lasciati da esse forze nell'atto, che si distruggono scambievolmente, e che dovrebbero avere una qualche congrua relazione all'energia delle cause, da cui dipendono; siamo costretti ad adottare le forze Leibniziane, che di vive si convertono in morte, ed in tutto, o in parte nel collipare s'impiegano, servata in qualunque incontro la debita analogia fra le cagioni, e gli effetti.

Per la qual cosa l'eguaglianza tra le quantità del moto non si reputi la vera, e legittima causa, per cui i corpi dopo il congresso s'arrestano. Fa d'uopo ricorrere ad altri principi: sebbene la menzionata egualità fra i movimenti direttamente contrarij è un segno, che accompagna sempre l'effetto, e ci assicura di ciò, che le dee infallibilmente succedere. E la ragione si è, che le quantità de' movimenti anno una stretta relazione coi tempi, che nella doppia contusione s'impiegano. Alle quantità di moto eguali i tempi eguali rispondono: ed i tempi pari sono un requisito ommamente necessario per ottenere, che ambe le forze vive interamente nell'ammaccare si spendano. In ordine a ciò il premesso canone, che ci serve d'indizio, si collochi fra le leggi secondarie della Natura, che dalle principali immediatamente derivano.

V.

Ma in qual senso deve riceverli il principio del Cartesio, che la stessa quantità di forza si mantenga sempre in Natura? Per ben intenderlo mi convien premettere un'importante avvertenza, e questa si è, che le potenze tutto che non agiscano, pure son dotate d'una facoltà d'esercitare una determinata azione, e non più, la quale per esprimerci in avvenire con più brevità possiam chiamare azione in potenza. Sia a cagion d'esempio l'elastro CB non compresso (Fig. 18.), e raccomandato all'ostacolo immobile DE .

Ven-

Venga la palla A animata da un grado dato di forza viva, che lo ferri a misura del suo vigore, e dopo averlo ridotto alla dimensione BI si trovi essa di tutta la sua forza spogliata. In tale stato di cose metto l'ostacolo KL immobile, e faccio sì, che tanto la molla, quanto la sfera persistano in una eterna quiete. So che la massa A di forza viva è onninamente sfornita, avendola tutta impiegata nell'effetto di chiuder la verga elastica. So, che non può recuperarla, se l'elastro non si apre, e contro la sfera A non esercita la sua azione. So di più, che qualunque fiata, anco da qui a mille anni si toglie di mezzo l'intoppo KL, prescindendo da alcune fisiche circostanze, che coll'andar del tempo debilitano la virtù elastica, le cose allo stato primiero ritornano, e l'intera forza perduta al mobile A si restituisce.

Dimando se le fibre costipate, e ristrette violentemente, che compongono la molla BI costituita in riposo, possano riputarli inerti, e di quella perizia dotate, che ad essa conveniva sotto la dimension naturale BC. Se tali fossero, dominando l'inerzia accoppiata colla quiete, ripugnerebbero ad ogni mutazione di stato, se non venisse introdotta per avventura da una forza estranea, che qui non si vede aver luogo. Levato dunque l'appoggio KL tanto e tanto se ne starebbero immote, come se la verga in un attimo di elastica fosse divenuta perfettamente molle. L'assurdo è troppo manifesto: per la qual cosa non può negarsi, che nell'elastro si concentri energia, in qualsivoglia maniera ciò avvenga, e tanta energia, nè più, nè meno, quanta equivaglia alla forza viva, da cui prima dell'azione il globo A era animato. E la ragione si è, perchè siccome la molla è stata capace di estinguere nel corpo A la forza viva, e quasi direi di assorbirla; così è prontissima a farne la totale restituzione. In tal guisa la forza della palla A, che da principio fa figura di causa, e nell'effetto di rannicchiare la verga si adopera; quando la molla si spiega, permutate le vicende il suo vigore si converte in cagione, e la forza viva dal corpo A riacquistata in effetto. Dovendo per tanto indispensabilmente star salda l'uguaglianza fra le cagioni, e gli effetti, convien senza esitazione affermare, che l'azione in potenza, la quale nell'elastro si trattiene, sia equipollente alla forza viva, di cui la palla A era guarnita.

VI.

Premessa così fatta avvertenza io dico, che la quantità della forza viva esistente ne' corpi dotati di movimento non è in Natura sempre la stessa, ora diminuendosi, ed ora accrescendosi; ma se a questa si aggiunga la quantità di tutte le azioni in potenza sparse per l'Universo, ne risulterà una somma invariabile sempre, e costante. L'azioni in potenza, di cui parliamo, si possono chiamare ancora nel suo buon senso forze vive in potenza; perciocchè in quella guisa, che è l'azione, è lecito concepire anco l'effetto, che è la forza viva. Si è ricevuto comunemente il principio della conservazione delle forze vive, da cui è derivata la soluzione d'infiniti astrusi proble-

Ccc 2

ble.

blemi. Il principio è vero, quando per forza viva s'intenda non quella sola, che esiste, ma quella eziandio, che è in potenza.

Verrò interrogato come vada la faccenda nelle forze vive, che nelle contusioni de' corpi molli almeno apparentemente si consumano, non rimanendo ne' corpi ammaccati alcuna vigoria per rimetterle. Per rimuovere la opposizione, che ha il suo peso, affermo, che in que' corpi ancora, cui noi diamo nome d'inerti, egualmente che negli elastici, coll'urto vengono caricate le molle. Queste però o si restituiscono per una direzione diversa da quella, per cui sono state compresse, ovvero dalla struttura de' medesimi corpi vien loro impedito il restituirsi.

Diamo un esempio dell'una, e dell'altra maniera. Se un pallone ripieno d'aria costipata gagliardamente si percuote, finita l'azione ritorna con prestezza alla sua primiera figura, e riproduce la forza viva nella compressione impiegata, onde ne' corpi elastici si ripone: ma se nell'atto dell'urto s'apre un foro lateralmente, le molle caricate per quella parte si restituiscono, e producono una forza viva eguale alla loro energia in altri corpi particolarmente fluidi. In questo caso il pallone fa figura di corpo molle.

Le monete di metallo prima di essere coniate sono assai poco elastiche, conforme viene indicato dal muto suono, che cadendo producono. A colpi del martello percosse acquistano sonorità, e per conseguenza virtù di molla. Per qual cagione ritengon l'impronta, nè si restituiscono dalla contusione sofferta. Questo è un effetto dell'intracciamento delle fibre, le quali sono di ritrigno all'espansion degli elastri compressi, e stretti. Quando cotai impedimento venga rimosso per qualunque arte della Natura, essi s'apriran con violenza, e faranno rinascere la forza viva nell'ammaccatura impiegata.

VII.

Quel però non è finita la materia della conservazion delle forze: sebbene le cose dette ci servono di guida fedele ne' naturali investigamenti. Ci sono delle particolarità di sommo rilievo, che non vogliono essere dimenticate. Mi faccio pertanto a considerare le forze, che chiamerò permanenti a differenza di certe altre, che fanno figura di transitorie. Ogni qual volta un corpo ha guadagnato una data velocità, egli si ritrova in uno stato fermo, e durevole. Quali direi, che in tal positura la forza si unisca in lega coll'inertia. Di fatto questa ripugna a qualunque novo cangiamento di stato, ed il mobile da se è totalmente inetto a mutarlo. La forza in esso non si aumenta, se non se da cagioni estrinseche, le quali per partecipargliela se ne spogliano: e non se ne perde dramma, mentre non sia obbligato a farne parte con altri corpi.

E' una maraviglia quanto la Natura sia intesa, e sto per dire affacciata a conservare bene spesso, ed in parecchi mobili quella quantità di forza viva, di cui da principio li ha provveduti, almeno tra certi limiti. Ne abbiamo l'esempio nelle perenni rivoluzioni de' Pianeti circa il sole, e ne gi-gizame nti intorno gli assi: moti amendue eterni, ed insatigabili. Che diremo degli

degli animali, macchine stupende, che da se stesse si muovono, e che portano con seco, e da luogo a luogo un apparato di forze vive indefessamente operanti? Palpita il cuore con alterne, e sincrone oscillazioni: il sangue cammina per le vene, e per le arterie con corso regolare, ed equabile: e così vadasi discorrendo delle altre vitali funzioni.

Il punto sta, che ad onta delle resistenze, che mai non cessano di far contrasto, i mentovati movimenti, e le forze impresses non si perturbano, nè si minorano. E ciò altronde non può nascere, salvo che da una perpetua, e non interrotta circolazione, per cui quella porzion di forza, che a cagion d'esempio passa dal globo solido del Pianeta nel mezzo fluido, permutate le vicende ripassò dal fluido al solido, e si faccia una spezie di giusta compensazione. Del modo fin ora sconosciuto non ne sappiamo render conto; ma pure la ragione ci ammonisce, che la cosa non può andare altrimenti. Il pretendere, che la materia della luce, per quanto rara ella si finga, non ritardi la celerità delle sfere celesti, egli è un gran postulare. Penseranno più da Fisici coloro, che in ambi i casi addotti diranno, che le forze impellenti bilanciano le resistenti, e che con un equilibrio di moto si ottiene, che ai mobili non si aggiunga, o non si tolga, se non se qualche grado di velocità dentro i confini prescritti dal combinamento delle azioni, e delle reazioni, ed in tal guisa le cose nel solito stato quasi costantemente persistano.

VIII.

Le forze da me appellate passeggiere anno la proprietà di farsi strada da un corpo all'altro per mezzo di un terzo, che serve di veicolo alla forza transitoria, senza che l'intermedio per lo più se ne risenta, e soffra, fuorchè per un breve tempo una passante mutazione di stato, la quale non lo distorna dal ritornare un po' più presto, o più tardi alla sua primiera costituzione. Nel capitolo delle velocità ho fatto accorti i Lettori, che spiegandosi un elastro in una nave mossa equabilmente, e cacciando avanti una palla per la medesima direzione, qualche porzione della forza, che risiede nel vascello, per il canale della molla nella detta palla si trasferisce oltre quella, che dalla virtù intera dell'elastro le viene comunicata.

Aggiungo un secondo esempio. Dispongo in linea retta alquante sfere perfettamente elastiche e toccantisi. Venga un'altra sfera ad esse in tutto simile, la quale urti nella prima con una data celerità; ed accaderà, che compiuta l'azione tutte stieno immote eccettuata l'ultima la quale camminerà colla velocità della palla, d'onde precede la percussione. Non può negarsi, che la forza primitiva di questa palla alle altre in serie non si vada passo passo propagando, e che ognuna d'esse non riceva, e non conservi per corto tempo in se medesima tutta la forza iniziale; imperciocchè se non fosse l'ostacolo delle susseguenti, le quali in un istante, e quando fa d'uopo di mezzo si togliessero, ciascuna sfera in particolare farebbe pronta a progredir sola coll'assegnata celerità. La forza dunque primaria scorre successi-

va-

fiavamente per la scala de' globi contigui, e procedendo di gradino in gradino sull'ultimo soltanto si arresta, e di palleggiara si trasforma in permanente.

IX.

La Natura spessissimo di tal artificio si serve, ed anche l'Arte facendo uso de' suoi ordigni, e delle sue macchine. Ma gli stromenti principali, che meglio vengono a festa per accomunare le forze, si reputino i mezzi fluidi differentissimi di genere, e di qualità. Ce ne sono di più densi, e di più rari; di più tenaci, e di più sciolti; di più risentiti, e di più inertis; di miscevoli, e di non miscevoli: in somma se ne trovano guarniti di proprietà o simili, o diverse, o contrarie, che riuscirebbe stucchevole l'andarle minutamente annoverando. Appresso o siano naturali, o artificiali i fluidi si ravvivano corredati di tal efficacia, che giusto la frase de' chimici servono facendo la lor indole di mestruj appropriati a' corpi di differente tessitura, e non c'è prodotto, che all'attività di taluno d'essi sottraggasi. L'acqua regia si carica d'oro in penetrandolo, e la luce concentrata dalle lenti caustiche fa sfumare i diamanti. E pure non ci ha prodotto più pesante, e più costipato dell'oro; nè più duro, e tegnente del diamante. Infinuandosi dunque i liquidi ne' pori dei solidi a forza d'urtare, di premere, e di sfiancare gli allargano, e ne superano la coerenza. Così prima macerano, e poi disciolgono i misti, e della materia non sua si satollano.

Presentemente cadono i mezzi fluidi sotto la mia ispezione, in quanto cioè, siccome facilissimi ad agitarsi, e a cedere a qualunque impulso (le pure non si deggiono credere posti in una perenne agitazione, come i fenomeni ce ne danno indizio) sono molto prontissimi a portar in giro le forze, facendole trascorrere da un capo all'altro del mondo. L'azione delle stelle fisse (in qualsivoglia modo si eserciti, che presentemente non importa l'indagarlo) si dilata per immensi spazj, e giunge a serirci il fondo dell'occhio, e ad imprimerci l'immagine di remotissimi obbietti. Quindi si ammira la Divina Sapienza, che distribuendo le cose, picciolo luogo ha destinato ai corpi solidi in confronto della sterminata estensione assegnata ai fluidi; e la ragione si è, se mal non mi appongo, che per questa via, cioè per mezzo dei veicoli liquidi, e specialmente della materia luminosa, si mantiene assai meglio un lontano commercio fra le parti, che compongono l'Universo.

X.

Una fiacca percossa d'aere non fa ne' misti sensibile impressione: ma col rinnovarla incessantemente alla perfine si guastano essi, e si corrompono; e ne abbiain la prova dal chiuderli nella macchina del Boile, dove cavata l'aria, lungo tempo si conservano. Egli è dunque palese, che gl'iterati colpi d'un fortissimo fluido dissolvono le orditure intralciate de' prodotti fisici, i quali mal reggendo alle scosse appoco appoco si logorano, e si consumano. Per la qual cosa staccate da' corpi le menomissime particelle vanno quà, e là

vo-

volando, e dispergendosi in guisa, che il fluido se ne imbeve, e per ogni dove in vigore del suo moto intessino le strascica, e tal fiata ad altri corpi, che alla corrente si fanno incontro, le appicca.

Tra solido, e solido si comunicano soltanto le forze: ma i fluidi anno la proprietà di trasportare con seco la materia consistente ridotta a tenuissimi effluvi, e ad una impercettibile divisione. Pongasi attenzione agli odori, che all'intorno si spandono, e che continuamente evaporando sollecitano il senso dell'odorato. Diasi un'occhiata all'efficacia del Sole, e de' venti, per cui le acque specialmente del mare si attenuano, e sollevate in vapori, non ostante la lor maggiore specifica gravità, coll'aere si mescolano, e s'incorporano. Poscia condensate dal freddo dell'atmosfera, ed abbandonate in un mezzo più raro dall'impeto, che le sosteneva, sulla superficie della Terra ricadono convertite in piogge, in nevi, in grandini, in brine, ed in rugiade. Ed oltre che ristorano l'erbe, le piante, e gli animali, alle sorgenti, ed a' fiumi somministrano gli alimenti. Moltissimi sono gli effetti naturali, in cui c'entrano i fluidi: massime se tra il corpo, nel quale risiede la causa, e l'altro, che in se riceve l'effetto, s'interpone un lungo, o corto intervallo.

Le azioni in distanza sono comunemente dai Filosofi abborrite, e molto più dalla Natura, che sarebbe obbligata a trasferire di salto le forze da soggetto a soggetto, piuttosto che propagarle per via de' liquidi, che sono tanti canali di comunicazione. Ella con taluno de' suoi più palesi fenomeni non manca d'istruirci, e non isdegna di talvolta porci anzi gli occhi i suoi artifici: ma non otiene, che alcuni, i quali dovrebbero essere consapevoli della sua costante maniera di operare, se ne formino in testa una massima stabile, e l'applichino generalmente ai casi di più malagevole indagine. Il suono se ne viene dal corpo sonoro messo in tremito all'organo dell'udito per lungo tratto increndendo l'aere. La luce si diffonde dagli Astri all'occhio con un analogo quantunque assai più mirabile meccanismo. Interrotto il corso del lume col frammetterci un obice opaco, si perde subito di vista l'obbietto; ed estenuata l'aria nella macchina del vuoto, il suono a poco a poco s'infievolisce sino a totalmente dileguarsi. Per qual motivo adunque in altri incontri si muta metodo, e si ricorre ad altri principj? Perchè si mettono in non calere i mezzi fluidi, quasi che fossero essi onninamente incapaci di agire, e di patire, ed affatto inetti a mantenere il commercio tanto necessario all'uniforme varietà delle azioni, e delle reazioni? Ma se la Natura tutto al rovescio si adopera, e non bada punto alle fantasie degli uomini, non saprei decidere, se sia di maggior importanza in Fisica la scienza meccanica de' solidi, o quella de' liquidi.

Non si può ammirare abbastanza la sagacità della Natura intesa a maneggiare le forze. Non fa uso soltanto delle forze vive attualmente esistenti, ma tiene una quantità d'azioni, o di forze vive in potenza riposte ed appiattate, e ne fa conserva, e tesoro per valersene alle occorrenze ne' suoi più segreti lavori. Un Fisico, che non ne penetra l'artificio fin ora forse poco conosciuto, o perde di vista questa importante verità, non si stupisca, se
siesce

riesce corto nello spiegare certi imbrogliati fenomeni. Nel progresso de' miei divisamenti mi nascerà l'occasione di produrne gli esempj.

CAPITOLO DECIMOTTAVO

Della comunicazione del moto fra i corpi molli.

I.

Non c'è fenomeno in Fisica nè più confermato dall'esperienza, nè più munito da salde dimostrazioni, quanto i canoni della comunicazione del moto fra i corpi perfettamente molli, ed elastici. E sebbene non si danno in Natura misti o dell'una, o dell'altra proprietà squisitamente forniti; l'assumerli siccome tali ci mette anzi gli occhi due supposizioni di limite, dalle quali con facilità ci vien fatto di dedurre le leggi de' casi intermedj. In succinto espongo gl'immediati principj, ed i varj metodi adoperati dai Matematici per istabilire la teorica, di cui a ragionare mi accingo. Alcuni mal si sono appoggiati alla sentenza Cartesiana intorno le forze vive, ed altri assai meglio alla Leibniziana. A me pare, che i primi sieno caduti in manifesti assurdi, e che i secondi non vadano immuni da qualche petizione di principio. Ottimamente l'Eulero si è servito delle forze sollecitanti continuamente applicate, e l'Ughenio del moto traslato.

Piacemi di far nascere le conclusioni dalle prime originali idee senza valermi di qualsivisia teorema meccanico, e senza adottare qualsivoglia massima, benchè certa, e dimostrabile, che da taluna delle Filosofiche sette mi possa essere contrastata. Nelle mie anteriori ricerche ho dovuto bene spesso con una spezie di anticipazione far uso delle regole, per cui i movimenti passano da massa a massa: e perchè non ho posto cura di comprobare a tutto rigore cotale verità comunemente ricevute, e da nessuno contraddette; supplisco presentemente a qualche mancanza, che per avventura fosse corsa, ad unico oggetto, che il Lettore non ricorra ad altri libri per impossessarsi appieno della materia.

Inoltrandomi poscia ne' miei divisamenti mi si aprirà l'adito di soddisfare ad un ardua quistione, ed è: se le leggi concernenti le affezioni del moto, e le forze vive, e le morte, dalle quali è diretto il Sistema, in cui siamo costituiti, sieno leggi di scelta, e di convenienza, come vogliono i Leibniziani dietro la scorta del loro Maestro, o piuttosto di precisa, e stretta necessità, siccome essenzialmente dipendenti dalla Natura dell'estensione impenetrabile, ed inerte.

II.

Affirma primo. La forza viva ad una data massa addossata persevera sempre la stessa, o cammini il mobile con una determinata velocità senza mai fermarsi per un mezzo non resistente, oppure in progresso deggia incontrare per istrada un qualche ostacolo. Chi bramasse la dilucidazione dell'evidentissimo pronunziato rifletta, che la forza impressa derivata dall'azione della causa producente, a cui in qualità di effetto dee corrispondere, non ha punto che fare, ne piglia norma dall'intoppo, che ad essa per sorta sta per opporsi, nè resta in conto alcuna alterata da ciò, che sia per urtare in corpi o grandi, o piccioli, o teneri, o duri, o solidi, o fluidi: altrimenti converrebbe introdurre nella materia una spezie di anticipato presfimento.

Affirma Secondo. Il corpo A (Fig. 29.) mosso con una data celerità incorra nel corpo B, o costituito in riposo, o procedente per la medesima direzione, ma con minore prestezza, o con qualunque altra, rivolto il moto in senso contrario, e sieno ambo perfettamente inerti; egli è manifesto, che non essendoci in essi corpi alcuna virtù di molla, dalla quale nasca la riflessione, non c'è motivo, per cui l'uno dall'altro li separi. Per la qual cosa terminata la comunicazione del movimento o si fermeranno, o cammineranno congiunti con pari velocità. Sinattantochè le celerità all'uguaglianza non giungono, o totalmente non si estinguono, il più lento al più presto dee cedere, il quale non può continuare il suo viaggio senza aumentare il moto del compagno, e conseguentemente senza perdere qualche grado del proprio. Allora si toglie di mezzo l'impedimento, e cessa il contrasto, quando una massa fuggendo con egual prontezza dall'altra, che la persegue, si sottragge alla percossa. I moti dunque deono temperarsi in maniera dopo una serie di azioni, e di reazioni, ch'entrambi i corpi o progrediscano con pari passo, o si riducano alla quiete.

Affirma terzo. Le leggi della comunicazione del moto fra le masse molli non dipendono dalla varietà delle figure, nè dalle proprietà de' composti. Le sfere A, B camminino di conserva colla velocità u dopo finita la collisione, ed accaderà, che se le masse mutan figura, e prendono in vece della sferica la cubica, o la cilindrica, purchè stieno ferme le velocità primitive, e nel movimento non si diversifichi la linea direttrice del colpo, la celerità comune u non soffra alterazione di sorta. Nulla rileverà altresì di qual pasta si formino le palle A, B ogni qualvolta sieno molli, e di virtù elastica sornite, ed in ciascuna d'esse si conservi la stessa quantità di materia. Se così non andasse la faccenda, nascerebbe l'assurdo, che gli effetti generati non risponderebbero con certa, e determinata analogia alle cagioni generatrici, e che la Natura in ogni particolar circostanza a cangiar le sue leggi farebbe obbligata.

Corollario primo. Quinci partito il globo A in due, o più globi C, D (Fig. 29., e 30.) i quali immediatamente si tocchino, ed unitamente sciscano colla solita velocità U la massa B immota, procederanno tutti e tre congiunti

giunti colla celerità u , cioè colla medesima, con cui camminerebbero i mobili A, B, compiuta la comunicazione del movimento.

Corollario Secondo. Un pari effetto si produrrà, quand'anche le sfere C, D fossero disgiunte per un intervallo infinitamente minimo; conciossiachè il doppio successivo urto del primo corpo D nel secondo B, indi del terzo C nell'uno, e nell'altro può riputarfi siccome unico. La gemina impressione sul principio della percossa si esercita in un momento di tempo, e per ciò non ci è disdetto di assumerla o siccome una sola, o siccome duplicata in grazia del metodo, e secondo l'esigenza delle dimostrazioni.

III.

Proposizione prima. Teorema. Siano due corpi inerti A, B (Fig. 29.) e pongasi che il primo A dia direttamente di petto nel secondo B posto in quiete colla velocità U , e che dopo l'incontro s'incammino entrambi colla comune velocità u . Dappoi fingasi, che il corpo B colla medesima celerità U colpisca il corpo A immoto, e che seguita la collisione ambedue procedano colla velocità v ; dico, che la somma delle velocità $u + v$ s'aggiuglia alla primitiva U .

Si collochino essi corpi in un vascello, il quale si porti da A verso B colla predetta velocità V , e nel tempo stesso si comunichi al corpo B un moto tale, che sia trasferito da B verso A colla medesima celerità V . Egli è manifesto, che coloro, i quali stanno fermi sul lido, osservano, che il corpo B non muove sito; imperciocchè distruggendosi le velocità eguali, e contrarie della nave, e del corpo B, esso rispetto la spiaggia immobile si vede privo di moto. Ma il corpo A con quella velocità, per cui si muove la barca, pare che avanzi cammino, e percuota il corpo B costituito in riposo. In questo mentre i naviganti con un giudizio di senso totalmente diverso mirano il corpo A in quiete venir urtato dal corpo B colla menzionata celerità V .

Avuto dunque riguardo allo spazio immoto, la massa A animata dalla velocità V investe la massa B ferma, e dopo l'azione ambedue congiuntamente progrediscono colla celerità u : ma rispetto al movimento del vascello la palla B colpisce l'altra A colla solita velocità V , e compiuta la comunicazione del moto ambo procedono colla comune velocità V . Quindi per la nota dottrina de' moti traslati dovendo nell'uno, e nell'altro caso perseverare ne' corpi la medesima velocità, seguita la collisione, relativamente allo spazio immobile; sottratta dalla velocità della nave quella de' corpi, che uniti camminano contro la direzione del vascello, avremo la velocità d'essi corpi riferita alla spiaggia: cioè farà $V - v = u$, ovvero $V = u + v$: lo che dovea dimostrarsi.

Corollario primo. Fatte eguali le masse A, B, essendo che rinviene allo stesso, o che A percuota B, o che da B sia percossa con pari celerità; ne segue essere $u = v$, ed V doppia dell'una, e dell'altra.

Corollario secondo. Che se il solido B fosse così picciolo, che al solido A avesse una proporzione minore di qualunque data; allora il corpo A mos-

mosso colla consueta velocità U , dopo la percossa, nulla perderebbe della sua velocità primitiva; imperciocchè urtando in un ostacolo inassegnabile non soffrè, salvo che un inassegnabile decrescimento di velocità. All'incontro se il corpo minimo B con pari velocità U fa colpo nel corpo finito A , non partecipa a questo, se non se un grado infinitesimo di velocità, che dee computarsi per nulla. Le stesse conclusioni si cavino dalla posizione, che un d'essi corpi fosse finito, e l'altro infinito.

IV.

Scolio primo. Suppongo, che oltre la sfera A affetta dalla velocità V , anche la B si muova avanti il congresso con la celerità $\pm U$, secondochè le direzioni de' moti sono o cospiranti, o contrarie. Primieramente i due movimenti si volgano verso la stessa regione, e dappoichè dall'urto di A in B si è generata la velocità u ad entrambi i corpi comune, permutate le celerità B investa A , e nasca dal secondo colpo la velocità v ; dico essere $V + U = u + v$. Poscia con opposta direzione i globi A , B colle velocità V , U scambievolmente si accostino, e barattate come sopra le celerità, dalla doppia collisione provengano le velocità u , v ; dico verificarsi l'equazione $V - U = u + v$.

Amendue i corpi si collochino in una barca, che diriga il suo corso equabile in maniera, che agli Spettatori situati sul lido la palla B appaia immota, e la palla A si vegga camminare colla velocità $V \mp U$, alla qual velocità composta di due, ed espressa secondo le circostanze o per un appotome o per un binomio, si dà il nome di relativa. Seguita la collisione, progrediscano ambe le masse colla comune celerità $= x$, e similmente permutate le vicende, il mobile B colla velocità relativa $V \mp U$ incontri il corpo A , e dopo il congresso acquistino entrambi congiunti la velocità $= y$, rispettivamente a coloro, che sulla spiaggia dimorano: ed interverrà per il premesso Teorema, che la velocità relativa $V \mp U$, la quale in fatto è una velocità sola, si uguagli alle due $u + v$ al doppio colpo appartenenti guardate dal loco immobile.

Ma perchè del pari si soddisfaccia all'apparenza di quegli, che a seconda della navicella sono partiti, si debbe aggiungere, o sottrarre da ciascuna delle velocità trovate x , y il moto positivo, o negativo del vascello, onde abbiati $x \pm U = u$, $y \pm U = v$, ed accoppiate in una somma le due ultime equazioni, $x + y \pm 2U = u + v$. Ma testè s'è scoperta l'uguaglià $V \mp U = x + y$, dunque fatta la opportuna sostituzione, $V \mp U \pm 2U = u + v$, cioè $V \pm U = u + v$: lo che dovea dimostrarsi.

V.

Scolio secondo. Le addotte osservazioni mi documentano, che nel gemino congresso de' corpi A , B , mentre il paziente è quieto, le velocità indì generate u , v si corrispondono con un analogismo, che in qualche modo dipende dalla relazione fra le masse A , B . Si noti, che posta $A = B$,

D d d a

per

per il primo corollario si rinviene $u = v$. Appresso per il secondo crescendo, o scemando all' infinito la massa B , l'una, o l'altra delle velocità u , ovvero v diventa minima, ed inassegnabile. Ma la Natura non opera per via di salto: dunque quanto più, stando costante la sfera A , che può espor-
si per l'unità, decreisce la sfera B ; tanto più la velocità u s' aumenta, e la v diminuisce. All' opposto ricrescendo la palla B , si fa minore la velocità u , e maggiore la v .

Per la qual cosa l' andamento delle menzionate velocità seguita l' analogia, che passa tra una qualche funzione delle masse. Dinoterò generalmen-
te cotai funzione pel segno: Φ , onde ΦA significhi una qualsivoglia funzione di A , e ΦB una simile funzione di B . Quindi avremo $u: v :: \Phi A. \Phi B$.

VI.

Proposizione seconda. Problema. Tenuta ferma l' ipotesi dell' antecede-
nte Scolio, ci sia ingiunto di cercare i valori delle velocità u , v espressi per le masse $A B$, e per la velocità iniziale V . Giacchè da un canto giusta la prima proposizione $V = u + v$, e dall' altro a norma dello Scolio secon-
do $\Phi A: \Phi B :: u: v$, cioè $\Phi B. u = v$; dunque fatta la congrua sostituzio-
$$\frac{\Phi B}{\Phi A} u = v$$

ne, $V = \frac{\Phi B}{\Phi A} u + u = u. \frac{\Phi A + \Phi B}{\Phi A}$. Divido la massa A , che suppon-

go maggiore, in due porzioni (Fig. 29., 30.), la prima delle quali D sia
 $= B$, e la seconda sia C distante da D per un minimo spazio. La parte D
urti nel corpo B quieto colla solita velocità V , ed essendo che le masse D, B
si sono fatte eguali, dopo la percossa (Propoz. pr. Coroll. pr.) procederan-
no di conserva se non altro per un istante colla celerità $\frac{V}{2}$. Immediate do-

po il mobile C colla velocità relativa $\frac{V}{2}$ replichi il secondo colpo, e com-

piuta l' azione le tre sfere C, D, B congiuntamente s' incammineranno colla
celerità u ; conciossiachè (Assioma terzo Coroll. sec.) non si muta la velo-
cità seguito il congresso, o i due corpi C, D investano il terzo B con un
urto solo, ovvero con due successivi infinitamente prossimi, che ad un solo
equivagliano.

Assine di trovare la velocità u de' tre globi dopo la duplicata colli-
sione, io noto, che questa si compone di due elementi, viene a dire della
celerità $\frac{V}{2}$ partecipata nel primo colpo, e di quella, che nel secondo vi si

aggiunge, la quale nella seguente maniera si fa palese. Fingo, che le palle
 D, B

D, B eguali si congiungano in una sola massa, e che camminino colla velocità $\frac{V}{2}$, mentre la terza C vicinamente le perseguita colla celerità assoluta

ta V , o colla relativa $\frac{V}{2}$, e che terminata l'azione procedano tutte e tre di

conserva animate dalla velocità $= \frac{V}{2} + x$. Appreso voglio, che le due

sfere unite D, B mosse colla intera celerità V percuotano il corpo C impresso della velocità $\frac{V}{2}$, e che dopo il congresso tutti progrediscano

colla velocità $= \frac{V}{2} + y$.

Da un lato (Prop. pr. Scol. pr.) haffi la velocità relativa $\frac{V}{2} = x + y$,

e dall'altro (Scolio sec.) $\phi C : \phi D + B = \phi B :: x : y$; laonde $y = \frac{\phi B \cdot x}{\phi C}$,

e surrogato questo valore nella formola, $\frac{V}{2} = x + \frac{\phi B \cdot x}{\phi C}$; dunque

$\frac{V \cdot \phi C}{2 \cdot \phi C + \phi B} = x$. Aggiungasi ad amendue i membri dell'ultima equa-

zione la velocità $\frac{V}{2}$, e saremo pervenuti all'espressione $\frac{V + \frac{V}{2} \cdot \phi C}{\frac{2}{x} \cdot \phi C + \phi B}$

$= \frac{V}{2} + x = u$, cioè $\frac{V \cdot \frac{2 \phi C + \phi B}{2} = u$. Ma sul bel principio della

ricerca ci si è presentato un altro valore di $u = \frac{\phi A \cdot V}{\phi A + \phi B}$, dunque debbe

necessariamente verificarsi la seguente equazione $\frac{\phi A}{\phi A + \phi B} = \frac{2 \phi C + \phi B}{2 \cdot \phi C + \phi B}$

la quale liberata dai divisori per via delle volgari analitiche operazioni prende il nuovo aspetto $2 \phi A \cdot \phi C + 2 \phi A \cdot \phi B = 2 \cdot \phi A \cdot \phi C + \phi A \cdot 2 \phi B + 2 \phi B \cdot \phi C + \phi B \cdot \phi B$. Cancellinsi i termini, che si distruggono, e si avrà $\phi A \cdot \phi B = 2 \phi B \cdot \phi C + \phi B \cdot \phi B$, e ponendo in luogo di C, il suo valore $A - B$, e trasponendo i termini,

ϕA

$\phi A - \phi B : \phi 2B = 2\phi B : \phi A - B$. Nascerà pertanto la seguente analogia $\phi A - \phi B : \phi A - B :: 2\phi B : \phi 2B$; la quale debbe verificarsi posta qualunque proporzione tra le masse A, B .

Facciasi ora $A = 2B$, e l'analogia verrà ad essere $\phi 2B - \phi B : \phi B = 2\phi B : \phi 2B$, e passando all'equazione $\overline{\phi 2B}^2 - \phi B \cdot \phi 2B = 2 \cdot \overline{\phi B}^2$, la quale si può maneggiare col metodo delle equazioni quadratiche affette, aggiungendo dall'una parte, e dall'altra il quadrato della $\frac{1}{2} \phi B$, e nascerà $\overline{\phi 2B}^2 - \phi B \cdot \phi 2B + \frac{1}{4} \overline{\phi B}^2 = \frac{9}{4} \overline{\phi B}^2$, ed estrarra la radice seconda,

$\phi 2B - \frac{1}{2} \phi B = \pm \frac{3}{2} \phi B$, onde traggonfi le due seguenti formule $\phi 2B = 2\phi B$, $\phi 2B = -\phi B$. E' necessario adunque, che la funzione ϕ sia fornita dell'una, o dell'altra di quelle proprietà, che nelle due ultime equazioni vengono espresse. La seconda di cotai proprietà esige, che posta positiva la ϕB , sia negativa la $\phi 2B$, o sia la ϕA ; dunque u : v come il negativo al positivo, e conseguentemente una delle due velocità u, v dovrebbe avere una direzione contraria a quella della velocità primitiva, la qual conseguenza ne' corpi perfettamente molli è assurdistima. Rimane adunque provato essere necessario, che due funzioni ϕ di qualunque quantità B eguagliino la funzione della doppia B , cioè $2\phi B = \phi 2B$. Quindi s'eguaglieranno i due ultimi termini della nostra generale analogia, e conseguentemente s'eguaglieranno anche i primi, e si averà l'equazione $\phi A - \phi B = \phi A - B$.

Facciasi generalmente $A = mB$, onde sia $\phi mB - \phi B = \phi mB - B$, ovvero $\phi mB = \phi B + \phi m - 1B$. Se $m = 2$, trovasi $\phi 2B = 2\phi B$ come sopra; se $m = 3$, si ha $\phi 3B = \phi B + \phi 2B$: ma pel caso superiore $\phi 2B = 2\phi B$. Dunque $\phi 3B = 3\phi B$. Si proceda ad $m = 4$ e si trovi $\phi 4B = \phi B + \phi 3B$; ma per l'antecedente caso $\phi 3B = 3\phi B$; dunque $\phi 4B = 4\phi B$: e con questa serie si tratteranno tutti i numeri interi, onde posto m un numero intero sarà $\phi mB = m\phi B$.

Avremo qualunque volta m sia un numero intero $\phi B : \phi mB :: 1 : m :: B : mB = A$. Nella linea indefinita EH (Fig. 31.) prese eguali le $EF, F_1F, 2F_2F$ ec., ciascuna delle quali esprima la B , indi menata ad angolo semiretto la EK , ed eccitate le normali $FG, 2F_2G, 3F_3G$, ec., se la $GF = \phi B, 2G_2F = \phi 2B, 3G_3F = \phi 3B$ ec.

Collo stesso progresso proverò, che prendendo $\frac{B}{n}$ submultiplo di B ,

farà

farà $\phi \frac{n}{n} B = \phi B = n \phi \frac{B}{n}$. Quindi segnata $EP = \frac{B}{n}$, e ordinata la PQ , que-

sta rappresenterà la $\phi \frac{B}{n}$; poichè $nPQ = FG$. Prendo ad arbitrio qualun-

que punto per esempio $3P$, ed innalzata la perpendicolare $3P_3Q$, se mi riuscirà di dimostrare, che questa esprime la funzione dell'ascissa E_3D ; cosa manifesta sarà, che le funzioni tutte eguaglieranno le ordinate ad una linea retta, e che conseguentemente sono proporzionali alle funzioni lineari. Qualunque E_3P si può sempre, almeno prossimamente esprimere per una frazione spuria, che faremo $= \frac{m}{n} B = A$; dunque $\phi \frac{m}{n} B - \phi B = \phi$

$\frac{m-n}{n} B$: ma $\phi B = n \phi \frac{B}{n}$, e $\phi \frac{m-n}{n} B = \frac{m-n}{n} \cdot \phi B$; dunque, tra-

sportato il termine sarà $\phi \frac{m}{n} B = n \phi \frac{B}{n} + \frac{m-n}{n} \cdot \phi B = m \phi \frac{B}{n}$: ma PQ

$= \phi \frac{B}{n}$ per le cose sopra provate; dunque la multipla, cioè $3P_3Q =$

$\phi \frac{m}{n} B$. Per ciò tutti i punti $2Q, 3Q, 4Q$ ec. faranno nella medesima linea

retta EK : con che resta evidentemente provato, che altre funzioni non si possono da noi assumere, se non le lineari.

VII.

Corollario primo. Dalle verità esposte s'impara, che le velocità u, v sono fra loro in proporzione delle masse A, B , e che la velocità primitiva V avanti le percosse all'uno, o all'altro de' corpi addossata alle celerità u , ovvero v , che dalle collisioni risultano, sta come l'aggregato delle due masse mosse, e da moverli $A+B$ alla massa del corpo A , o B , cui è stato da principio impresso il movimento, secondochè o la palla A urta nella quiete B , ovvero succede al rovescio. In fatti essendo $u: v :: A: B$: dunque $u+v = V: u :: A+B: A$, oppure $u+v = V: v :: A+B: B$; e di conseguenza $u = \frac{AV}{A+B}$, ed $v = \frac{BV}{A+B}$: in virtù delle quali equazioni ci si ren-

dono cognite le velocità cercate u, v , con cui camminano le sfere A, B dopo il duplicato congresso.

Co.

Corollario secondo. Quinci la quantità del moto, che si misura dal prodotto della massa nell'attuale velocità persevera invariata e prima, e dopo la collisione. Proceda il mobile A colla celerità iniziale V , e terminata la percossa ambo progrediscano colla comune velocità $u = \frac{AV}{A+B}$, la quale

si moltiplichi per la somma $A+B$ delle masse fornite di pari movimento, e si restituirà la primiera quantità del moto AV .

Corollario terzo. Che se amendue i solidi A, B, avanti che insieme contrastino, saranno animati dalle proprie particolari velocità V , e $\pm U$; la comune loro velocità compito il colpo si esporrà per $\frac{AV \mp BU}{A+B}$. Mol-

tiplicandola adunque per $A+B$ aggregato delle masse persisterà la primiera quantità del moto $AV \mp BU$, colla condizione però, che si aggiungano le parziali quantità di moto, se sono cospiranti, e si sottraggano, se sono contrarie. La dimostrazione si deduce dallo scolio primo della proposizione prima; conciossiachè, essendo $A: B:: x: y$, cioè $A+B: A:: x+y: x$, e $V \mp U: x = u \mp U$, avremo $\frac{AV \mp AU}{A+B} = u \mp U$, cioè ridotta

l'equazione, $\frac{AV \mp BU}{A+B} = u$: lo che ec.

Corollario quarto. Il centro di gravità delle masse A, B cammina colla stessa velocità, e direzione tanto prima, quanto dopo la collisione: lo che dalle cose dette facilmente si dimostra. Così si è dato compimento per via d'un progresso libero da qualsivisla quistione a tutto ciò, che può ricercarsi intorno i Canoni della comunicazione del moto fra i corpi perfettamente molli.

CAPITOLO DECIMONONO

Si prosegue a parlare della comunicazione del moto fra i corpi molli, e si prova, che le leggi in essa dalla Natura impiegate non sono di scelta, ma di necessità.

I.

Nell'investigare qualmente si regoli la distribuzione de' movimenti tra le masse onninamente molli, e sfornite di qualsivoglia minimo grado di forza elastica ho preso il partito, per non ingolfarmi in dispute inutili, di metter da canto i principi contenziosi, e di valermi soltanto di tre evidentissimi assiomi, accoppiandoci la teorica de' moti traslati. So benissimo, che dai canoni delle forze vive, e morte poste in uso dalla Natura in tutte le sue operazioni, e che danno norma all'economia delle cagioni, e degli effetti, la comunicazione de' moti unicamente dipende. Appresso mi è noto, che il passaggio de' movimenti da corpo a corpo è un fenomeno, che suppone prestabilita la legge delle forze, le quali persistendo sempre nel lor vigore senza accrescimento, o diminuzione, non ammettono, salvo che d'esser compartite, e temperate secondo le circostanze.

Per la qual cosa richiedeva il buon ordine, che discussa prima la quistione intorno le forze, e messa in chiaro la lor indole, e le loro proprietà, si applicassero poscia al proposto subbietto, e se ne facesse vedere la connessione. E pure nel mio progresso di forze io non ho fatto parola. Due motivi mi anno indotto a prevertire il metodo naturale per appigliarmi all'artifiziale: il primo si è, che anteriormente si sono scoperte, e dimostrate le regole de' moti partecipati, indi quelle delle forze vive, di cui non si è avuto bisogno per venir a capo della inchiesta: il secondo, perchè tuttavia si litiga sulla germana misura di queste forze, ed appoggiando ad esse le leggi de' moti comunicati, converrebbe adottare o la sentenza del Leibnizio, o l'altra de' Cartesiani: con che rispetto ad una delle due opinioni, s'incorrerebbe in una ipotetica petizion di principio.

II.

Ed appunto dalla comunicazione del moto desumono i Matematici Francesi, ed Inglesi un argomento creduto invincibile, che l'estimazion delle forze vive dee prenderfi dalla quantità del movimento. E vaglia il vero, essendosi dimostrato nel capitolo antecedente (prop. seconda, corol. secondo), che le dette quantità, e prima, e dopo le percosse si mantengono invariate,

E e e

lo

lo che dicasi parimente delle forze vive, che denno sussistere intatte, non c'è ragione, per cui abbiano a distinguersi, e a separarsi: altrimenti non si conserva illesa l'indispensabile uguaglianza tra le cagioni, e gli effetti.

Io consento, che non darsi eccezzione di sorta al premesso incontrastabile pronunciato, e che le forze primitive non soffrano alcuna alterazione in passando da massa a massa (sebbene gli Avversarj adottano la massima ne' mosti cospiranti, e la rinnegano ne' contrarj, quando asseriscono, che le forze stesse, le quali con direzioni opposte s'incontrano, scambievolmente distruggansi) e dico, che se nell'atto della collisione nessuna porzione della forza viva iniziale si spende nella mutua ammacatura de' corpi, i Cartesiani anno tutte le ragioni del mondo, e che ogni loro sforzo dovrebbe diriggerli a sostenere la strana propofizione, che ha faccia di paradosso.

Io la ho impugnata in più d'un luogo colla ragione, e colla esperienza, ed ora soggiungo, che se un qualche grado di forza, quantunque fisicamente minimo, nella reciproca costipazione delle masse contrastanti al mutamento di stato si perde, siccome in fatto si perde, e si trasforma di viva in morta; la volgare sentenza va a terra irrimediabilmente. Conciofiachè stando ferma la quantità del moto, che da principio risiede in una, o in ambo le masse, anco dappoichè si è dato compimento alla comunicazione; debbe colla forza viva, che intera sussiste, associarsi quella parte, che nell'ammaccar si consuma. Così il doppio effetto, che altronde non può trarre l'origine, fuorchè dalla forza iniziale, supera o di poco, o di molto la cagione, da cui viene unicamente prodotto.

Salvi chi può l'assioma, che gli effetti in solido generati non eccedono l'energia delle cause generatrici. Conviene pertanto battere un'altra strada, assumendo una formola generale, che metta sotto gli occhi tutte le leggi possibili concernenti la misura delle forze vive, a solo oggetto di escludere le repugnanti, ed accettare quell'unica, che viene adottata dalla Natura nella sua costante maniera di operare sempre a se stessa uniforme: lo che si ottiene confrontando la supposizione universale colle particolari verità conosciute.

III.

Lemma primo. In qualunque ipotesi le forze vive di due corpi A, B (Fig. 29.), che camminano con pari velocità, sono proporzionali alle masse. Sia comune misura delle masse A, B la quantità di materia E o finita, o infinitesima, secondochè le predette masse sono o commensurabili, o asimmetre. Ed attesochè in amendue i corpi ogni particella elementare E procede con celerità uguale; egli è manifesto, che ciascuna d'esse sarà di pari forza guernita, non potendosi allegare motivo di sorta, per cui l'una all'altra prevaglia. Ma le forze in solido de' corpi A, B si formano dall'aggregato delle forze parziali, di cui ciaschedun corpiciuolo E è corredato; dunque le forze totali delle masse A, B sono in ragione de' numeri degli elementi, che le compongono, cioè come le quantità della materia lo che ec.

Scolio. Se poi fossero eguali le masse, e le velocità disuguali, il superiore raziocinio nel nostro caso non reggerebbe; imperciocchè le funzioni DV , DU , o le parti aliquote $\frac{V}{n}$, $\frac{U}{n}$ delle velocità finite V , U seguitano la

proporzione de' loro tutti; onde siamo sempre da capo: e non potendosi assegnare a due velocità ineguali, conforme si è fatto delle due masse, una comune misura; legittimamente non s'inferisce, che le forze vive di due corpi eguali mossi con differenti celerità sieno in ragion semplice delle velocità medesime. Potrebbe essere, che avessero piuttosto ad esprimersi per una qualche funzione, a cagion d'esempio per le velocità alzate al quadrato, come piacque al Leibnizio. Sin qui non ho ragione decisiva, che mi convinca, e perciò nulla determino.

Lemma secondo. Il corpo A (Fig. 29.) colla velocità V urti nel corpo immoto B . Chiamo F la forza originale qualunque si possa essere, ed in qualsiasi modo deggia esponderli: appello f quella, che si conserva viva in ambi i corpi seguita la collisione, e g l'altra, che passa in morta, e nell'ammaccatura s'impiega, e dico essere $F = f + g$. In fatti la forza primitiva F tutta si spende nelle due derivate f , g , ed i due effetti assorbono interamente l'energia dell'unica causa, che li produce; dunque per l'assioma tante volte inculcato si dà perfetta uguaglianza fra gli effetti nascenti, e la cagione, onde nascono.

IV.

Lemma terzo. Aggiungo, che la forza viva f , che si mantiene dopo il colpo, alla g , che si spende nella confusione risponde in qualche maniera alla relazione, che passa fra le masse A , B . Stia costante il corpo A , e la velocità U , ed appoco appoco si vada minorando il solido B sino a diventare una magnitudine infinitesima. Allora la velocità V non si diminuisce se non se per una velocità inassegnabile, e di conseguenza persevera adeguatamente intatta terminato il congresso. Ma non alterata punto la massa, e insensibilmente alterata la velocità, la stessa forza viva sussiste; dunque la g impiegata nella ammaccatura svanisce, e diventa minima. In questo mentre la Natura non opera a salti, avvegnachè qualsivoglia quantità gradatamente scema, e cresce; dunque aumentandosi passo passo la forza viva f , passo passo altresì s'estenua la g . Ed in ordine a ciò, quanto è più grande la proporzione della massa A alla massa B , altrettanto è maggiore il trasporto della forza viva residua f alla perduta g . Per lo contrario crescendo il corpo B sino a pervenire ad una grandezza infinita, ambo i corpi dopo l'urto si fermano, e la forza totale F si eguaglia a g , e la f onninamente si dilegua. Quindi quanto è più piccola la ragione di A a B , altrettanto è minore la forza superstite f rispetto alla estinta g . Per la qual cosa l'abitudine tra le due forze f , g prende in qualche modo norma dalla relazione fra le due masse A , B , e perciò $f:g$ farà come una funzione di A ad una simile funzione di B , che seguirà ad esprimere generalmente con questi segni ΦA : ΦB .

Ecc 2

V.

Lemma quarto. Resta, che si segni con una congrua, e generale espressione la forza primitiva F del corpo A affetto dalla velocità V . Il primo Lemma mi documenta, che non si metta mano nella massa A , e che si lasci nella sua semplicità, viene a dire che non s'alzi oltre alla prima dimensione: imperciocchè le forze de' corpi mossi con pari velocità sono in ragione delle masse. Lo Scolio annesso mi suggerisce, che così non siamo obbligati a trattare la velocità U , giacchè non è necessario, che la forza alla semplice velocità corrisponda. Potrebbe dunque la forza essere in ragione di qualunque funzione della velocità affetta di tal condizione, onde al crescere della velocità s'aumenti ancora la forza.

Ad ogni Geometra è noto, che tali funzioni si possono esprimere per un numero di semplici potestà della velocità se non altro infinito. Comincerò il mio raziocinio dall'assumere la forza F proporzionale a due potestà, cioè $AU^m + AV^n$, indi facendo passaggio a tre, quattro, ec. proverò, che tutti gli esponenti m, n ec. debbono necessariamente eguagliarsi, e che per conseguenza la forza viva viene ad essere in ragione d'una potestà semplice AU^m .

VI.

Proposizione prima. Problema. Tenute ferme le premesse supposizioni, si cerca qualmente abbia ad esprimersi la forza viva F avanti il congresso de' corpi A, B , e in qual modo risponda la forza viva residua f alla perduta g compiuta la collisione.

Conciosiachè (Lemma 4.º) $F = A \cdot \overline{V^m + V^n}$, ed in oltre (Lemma 3.º) $f : g :: \phi A : \phi B$, ovvero $f : f + g = F = A \cdot \overline{V^m + V^n} :: \phi A : \phi A + \phi B$, farà $f = \frac{\phi A \cdot A \cdot \overline{V^m + V^n}}{\phi A + \phi B}$. Ma la velocità de' corpi dopo il congresso per

ciò, che s'è dimostrato lungi da qualunque considerazione di forze nel capo precedente, prop. 2.º corol. aggiunti, si esprime per la frazione $\frac{AV}{A+B}$;

dunque la forza f farà $= \frac{A+B}{A+B} \cdot \frac{A^m V^m + A^n V^n}{A+B}$. Siamo pertanto per-

venuti all'equazione $\phi A \cdot \frac{A \cdot \overline{V^m + V^n}}{\phi A + \phi B} = \frac{A+B}{A+B} \cdot \frac{A^m V^m + A^n V^n}{A+B}$, la quale

quale dopo le debite riduzioni diviene $\frac{\phi A \cdot V^m + V^n}{\phi A + \phi B} = \frac{A^{m-1} V^m}{A+B} +$

$$\frac{A^{n-1} V^n}{A+B}, \text{ ovvero } V^{m-n} \cdot \frac{\phi A}{\phi A + \phi B} \cdot \frac{A^{m-1}}{A+B} = \frac{A^{m-1}}{A+B} -$$

$$\frac{\phi A}{\phi A + \phi B}.$$

Poichè le funzioni ϕ , e gli esponenti m , ed n sono affatto dalle velocità indipendenti, è d'uopo, che ancor variata la velocità costanti sieno

$$\text{le due grandezze } \frac{A^{m-1}}{A+B} - \frac{\phi A}{\phi A + \phi B}, \quad \frac{\phi A}{\phi A + \phi B} - \frac{A^{n-1}}{A+B};$$

dunque variando anche la velocità V , dev' essere costante V^{m-n} : il che non può verificarsi se non mentre sia $m-n=0$, ovvero $m=n$.

Se avessi fissata $F = A V^m + A V^n + A V^p$, farei pervenuto all'equazione $\phi A \cdot \frac{V^m + V^n + V^p}{\phi A + \phi B} = \frac{A^{m-1} V^m}{A+B} + \frac{A^{n-1} V^n}{A+B} + \frac{A^{p-1} V^p}{A+B}$, nel-

la quale la V può avere tanti valori dati per A , e per B , quanti richiede il grado dell'equazione; nè può essere generalmente vera posto qualunque valor della V , se non in caso, che tutti gli esponenti sieno tra loro eguali, cioè $m=n=p$: ma è necessario, che la velocità V possa avere tutti i valori, essendo lecito accrescerla, e diminuirla a piacimento; dunque è affatto necessaria l'uguaglianza degli esponenti m, n, p . Cotal discorso ha luogo in qualunque numero di potestà anche infinito; perchè in tal incontro la V sarebbe capace d'infiniti valori, ma non di tutti.

Ponendo nella formola tutti gli esponenti $=m$, e fatta la riduzione si troverà $\frac{\phi A}{\phi A + \phi B} = \frac{A^{m-1}}{A+B}$, nella quale mettesi $A=B$, e si avrà

$$\frac{\phi A}{2\phi A} = \frac{1}{2} = \frac{A^{m-1}}{2A^{m-1}} = \frac{1}{2^{m-1}}; \text{ dunque } 2^{m-1} = 2: \text{ la qual}$$

equazione richiede, che sia $m-1=1$, ovvero $m=2$.

De-

Determinato il valor di $m=1$, lo sostituisco nella equazione $\frac{\phi A}{\phi A + \phi B} =$

$$\frac{A}{A+B}, \text{ ed ho } \frac{\phi A}{\phi A + \phi B} = \frac{A}{A+B} : \text{ dunque } \phi A : \phi A + \phi B :: A : A+B,$$

e dividendo $\phi A : \phi B :: A : B$; dunque la forza viva rimanente f alla estinta $g :: A : B$: le quali cose si devono determinare.

Scolio. Realmente la giusta misura della forza viva d'un corpo in moto si deduce dal prodotto della massa nella velocità duplicata partito per il binario, cioè dalla magnitudine $\frac{A \cdot V^2}{2}$: e che di tale precisione abbiamo

a valerci, ne siamo ammoniti dalla teorica delle potenze continuamente applicate, le quali operando per un minimo spazio ci danno l'elemento del-

la forza viva, viene a dire $pds = A \cdot VdV$, e sommando $\int pds = \frac{A \cdot V^2}{2}$.

Ma perchè nel giro del mio raziocinio non si è tenuto conto del divisore 2, sappiasi per liberarci da ogni scrupolo, che l'espressione $F = A V^2$ non si assume in via di stretta egualità, ma piuttosto d'un congruo analogismo.

VII

Corollario primo. La forza iniziale a quella porzione di forza viva, che dopo l'urto sussiste, sta come la somma delle masse $A+B$ alla massa A costituita in moto, ed all'altra, che nella compressione si spende, come l'aggregato delle masse $A+B$ alla massa B supposta in quiete, cioè

$$A+B : A :: A \cdot V^2 : A \cdot V^2 = f, \text{ ed } A+B : B :: A \cdot V^2 : A \cdot B \cdot V^2 = g.$$

Corollario secondo. In due maniere si esprime la forza viva delle masse A, B , che seguito il colpo progrediscono colla velocità comune u : primieramente per $\frac{A+B}{A+B} \cdot u^2 = f$, indi per $\frac{A \cdot V^2}{A+B} = f$; dunque sarà $\frac{A+B}{A+B} \cdot u^2 =$

$$u^2 = \frac{A \cdot V^2}{A+B}, \text{ o pure } u^2 = \frac{A \cdot V^2}{A+B}, \text{ ed estraendo la radice quadrata, } u =$$

AV . Quindi col solo canone Leibniziano senza l'ajuto del moto trasla-
 $\frac{A+B}{A+B}$

to si ha intorno la comunicazione del movimento fra corpi molli tutto ciò, che per altro mezzo si è dedotto nell' anteriore capitolo.

Corollario terzo. La forza g spesa nella vicendevole ammaccatura, ed esposta per $\frac{A \cdot B \cdot V^2}{A+B}$, che ne' corpi dotati di perfetta virtù di molla intera

si restituisce, serve per iscoprire le leggi, con cui la Natura regola la comunicazione del moto fra i solidi elastici. Ma di ciò altrove terrò discorso.

Corollario quarto. Nel capo precedente ho dimostrato, che se il corpo A colla velocità V urta nel corpo B in riposo, ed ambo dopo l'azione procedono congiunti colla velocità u ; e dappoi il corpo B colla medesima celerità V colpisce il corpo A, e compiuta la collisione camminino di conserva colla velocità v , queste due velocità generate dalla doppia percossa sono in ragione della massa A alla massa B. Ma nella stessa abitudine è parimente la forza viva f , che si mantiene, alla forza estinta g nel primo, ed all'incontro la estinta alla viva nel secondo congresso; dunque come le predette velocità, così le predette forze.

Corollario quinto. Quindi la forza viva dopo il primo urto alla viva dopo il secondo sta come $A^2 : B^2$, cioè come i due quadrati delle masse; ma le forze nella contusione impiegate in ambo i casi sono fra loro eguali, e in ragione del prodotto AB ; dunque l'una, o l'altra di esse forze è media proporzionale fra le due vive.

VIII.

Scolio primo. Essendo nella formola già trovata $\frac{A+B}{A^{m-1}} =$

$\frac{\phi A + \phi B}{\phi A}$, fatta A costante, lo che di fare ci è permesso, si assuma B

in qualità di variabile, ed in tal guisa correndo fra le masse A, B qualunque proporzione di maggiore, o minore inegualità, vado investigando ciò, che ne segue. Se pongo $m=1$, e $\phi A = A$, fra i due membri dell'espressione sta sempre salda l'uguaglianza, ancorchè la massa B gradatamente scemi, o ricresca. Nell'altre ipotesi ciò non succede, nelle quali, acciocchè si verifichi l'egualità dipendente da principi stabiliti, il valore della massa B dee necessariamente limitarsi, e ad una grandezza determinata ridursi.

Metto

Metto per servire alla sentenza Cartesiana l'indice della potenza, cioè

$$m=1, \text{ e conseguentemente } \frac{A+B}{A'} = \frac{\phi A + \phi B}{\phi A}; \text{ dunque } \phi A = \phi A$$

$+ \phi B$; dunque prescritta la legge, che le forze vive sieno come le quantità del moto, le sfere A, B non ponno avanzar cammino dopo il concorso colla celerità $\frac{AV}{A+B}$, se la B non è infinitamente picciola, e minima, ome-

glio nulla la porzione della forza primitiva, che nel formar la mutazione s'impiega.

Qualunque poi sia il valore dell' esponente m , e della funzione ϕ , si cava una simile conclusione: lo che non può essere ignoto a Geometri, che

fanno far ufo delle curve locali. Valendosi per tanto de' luoghi $\frac{A+B}{A^{m-1}}$

$$= \frac{x}{a}, \frac{\phi A + \phi B}{\phi A} = \frac{y}{a}, \text{ e descritte le due curve, le coordinate variabili}$$

delle quali siano nella prima B, ed x , e nella seconda B, ed y , stando la quantità A determinata; si noti in quali, e quanti punti si taglino; imperciocchè i punti delle intersecazioni ci daranno l'uguaglianza fra le applicate x, y , conforme richiede la nostra formola, e segneranno uno, o più valori della ascissa B. Così verremo in cognizione de' casi particolari,

$$\text{in cui puote aver luogo la premeffa equazione } \frac{A+B}{A^{m-1}} = \frac{\phi A + \phi B}{\phi A},$$

la quale perchè si verifichi universalmente, e senza alcuna eccezzuazione, fa d'uopo, che ambii luoghi in un solo si uniscano, e le due curve l'una sull'altra ricadano. E ciò non si ottiene, se amendue non costituiscono una linea retta ripiegata ad angolo pari, e la funzione ϕ non sia lineare, e l'esponente m non eguagli il binario. Allora le due retti nascenti dalle espres-

$$\text{sioni } \frac{A+B}{A^{m-1}} = \frac{x}{a}, \frac{\phi A + \phi B}{\phi A} = \frac{y}{a} \text{ scambievolmente si sovrappongono,}$$

ed in una sola si confondono. In tal posizione semplicemente il problema della comunicazione de' moti ammette un generalissimo scioglimento, ed
in

in tutte le altre la Natura si troverebbe imbarazzata; perchè trattone qualche incontro particolare, e privilegiato, non saprebbe come adoperarli nel far passare le forze da corpo a corpo, senza in ogni circostanza alterar le sue leggi, o senza incorrere nell'impossibile.

IX.

Scolio secondo. Mentre i due corpi A, B colle velocità $V, + U$ o per la stessa, o per l'opposta strada si movono, debbe avvertirsi, che nella partecipazione de' movimenti non sempre opera tutta la forza viva, di cui ambo le sfere sono separatamente fornite. Qualunque volta la palla B più pigra si sottraggie in parte al colpo della più pronta A, che la persegue, si debilita l'energia della percossa, e per lo contrario si avvalora, quando le due masse con opposta direzione s'incontrano. Qualora la massa B costituita in riposo soggiace all'azione della massa A animata dalla forza viva $A.V^2$, siamo in una circostanza, che sta di mezzo in fra due. Per la qual cosa dee considerarsi o l'unica, o la doppia forza, che nell'urto s'impiega, la quale si determina elevando al quadrato la somma, o la differenza delle celerità $V \mp U$, e moltiplicandola nella massa A, ovvero B, lo che è indifferente, per guisa che la virtù agente si esponga a cagion d'esempio per il prodotto $A.V \mp U^2$. Se i predetti due globi si collocheranno in un vascello, che cammini colla velocità V , o U , e con tal direzione, che l'una, o l'altra delle due palle stia ferma rispetto allo spazio immoto, si scoprirà qual sia quella forza, a cui la comunicazione del moto si riferisce.

Sia la forza viva avanti il congresso $A.V^2 + B.U^2$, e la relativa determinatrice dell'azione $= A.V \mp U^2$. Facciasi come la somma delle masse $A + B$ alla massa B, che si piglia siccome paziente; così la forza $A.V \mp U^2$ al quarto termine $= A.B. \frac{V \mp U^2}{A + B}$ dinotante quella porzione di forza, che

nell'atto della collisione nell'ammaccare s'impiega. Questa si sottrai dalla forza primitiva $A.V^2 + B.U^2$, e ne risulta la forza viva, che dopo l'urto si mantiene $= A.V^2 + B.U^2 - \frac{A.B. V \mp U^2}{A + B} = f$, ed esurgata la formo-

la, $\frac{A^2.V^2 \pm 2ABVU + B^2.U^2}{A + B} = f$. Ma la forza f si esprime altresì per

il prodotto della massa $A + B$ nel quadrato n^2 della velocità, con cui andò i corpi seguita la percossa congiuntamente procedono; dunque siamo
Tom. II. Riccati. Fff per-

pervenuti all'equazione $\overline{A+B} \cdot u^2 = \frac{A^2 V^2 \pm 2ABVU + B^2 U^2}{A+B}$, ovvero

$$u^2 = \frac{A^2 V^2 \pm 2ABVU + B^2 U^2}{A+B}, \text{ ed estrarra la radice, } u = \frac{AV \pm BU}{A+B}$$

dalla quale espressione si ha tutto ciò, che concerne la comunicazione del moto tra i corpi perfettamente molli, e si accorda colla dimostrazione della Prop. sec. Coroll. terzo dell'antecedente Capitolo. Se poi la massa B facesse figura di agente, ed A di paziente, lo che dall'arbitrio nostro dipende, converrebbe usare l'analogia $A+B:A::B:\overline{V \mp U}^2 : \frac{A \cdot \overline{V \mp U}^2}{A+B}$, in:

di tener dietro al filo dell'analisi, che ci guida alla medesima conclusione.

X.

Scolio terzo. Conciosiachè ne' moti contrarij la forza viva, che persevera terminato il mutuo contrasto, si espone per $\frac{A^2 V^2 - 2ABVU + B^2 U^2}{A+B}$,

ed è noto, che la palla A ora supera il corpo B, trasportandolo giusta la sua direzione, ed ora succede al rovescio; si darà un caso speziale, in cui i predetti corpi, che cozzano l'un contra l'altro, non si vincano scambievolmente; onde cessando il movimento si riducano alla quiete. Ciò non può succedere, se la forza f , che suol restar dopo il colpo, non diventa infinitesima, o meglio nulla; imperciocchè in tal circostanza l'intera forza primitiva nelle contusioni si spende. Abbiamo pertanto $A^2 V^2 - 2ABVU + B^2 U^2 = A+B \cdot 0$, ed estrarra la radice quadrata $AU - BU = 0$, o sia $AU = BU$.

Quinci si fermeranno i due corpi A, B, quando le velocità V, U saranno in ragion reciproca delle masse, ed i mobili si verranno incontro con quantità pari di movimento.

Qui non vorrei, che si cavasse una conseguenza, che intanto i corpi A, B si arrestano, in quanto gl'impeti AV, BU eguali, e contrarij, per cui da' Cartesiani si misurano le forze vive, vicendevolmente distruggonsi. Alle cose altrove dette su questo particolare aggiungo, che le quantità del moto non si reputino cause fisiche, ma piuttosto indizi, che ci danno contezza di alcune verità secondarie alla legge principale appoggiate. Gli effetti menzionati dalle forze vive AV^2 , BU^2 unieamente, e non altronde, traggono l'origine: e perchè si suppone, che compiuta la duplicata percossa, il movimento totalmente si estingua, ne segue per necessaria conseguenza, che in ambo le sfere l'azione nel medesimo tempo finisca: altrimenti se esaurito il vigore dell'una, e nell'ammaccatura onninamente consunto, l'al-

tra con qualche residuo di forza seguitasse ad agire, il moto affatto non cesserebbe. Riflettendo poi, che quanto uno d'essi corpi opera, altrettanto l'altro patisce, e che le due azioni, e reazioni, cioè l'azione del primo A unita alla sua reazione, mentre si oppone allo sforzo del secondo B, ovvero al contrario, sono pari, ed in pari tempo si esercitano; è cosa chiara per i canoni delle forze, e delle resistenze continuamente applicate, che per una parte, e per l'altra deggiono i mobili venirsì incontro con eguali quantità di moto, le quali anno una stretta relazione alla formula $\int f dt = mv$, cioè all'aggregato delle forze morte moltiplicate nelle flussioni del tempo. Ed in ordine a ciò nulla importa, che le forze vive contrastanti colle resistenze siano eguali, o disuguali; bastando semplicemente, che in produrre gli effetti delle contusioni alla lor energia proporzionati un pari tempo c'impieghino.

XI.

Voglio, che la quantità del moto A V sia maggiore di BU, e divido (Fig. 29. 30.) la massa A in due porzioni C, D, colla condizione, che abbiassi $DV = BU$. Facciasi, che i corpi D, B impressi di pari quantità di moto s'incontrino; e per le cose dette amendue si fermeranno, e la somma delle forze vive $D \cdot V^2 + BU^2$ tutta si spenderà in contusioni. Al primo urto succeda immediatamente il secondo, per cui la palla C animata dalla forza viva $C \cdot V^2$ percuota le sfere D, B unite, e prive di moto. E perchè una parte della forza viva $C \cdot V^2$ dopo il secondo colpo rimane viva, e l'altra parte passa in morta, istituisco conforme il solito l'analisi

$$C + D + B = A + B :: C V^2 : \frac{DC + BC \cdot V^2}{A + B}, \text{ e questo quarto ter-}$$

mine ci espone quella porzione di forza, che nelle ammaccature si spende. Appreso come $C + D + B = A + B :: C$, così $C \cdot V^2$ alla quarta quantità $= \frac{C \cdot V^2}{A + B}$ esprime la forza viva, che si conserva, la quale se si partirà

per la somma delle masse $A + B$, indi si caverà la radice quadrata; avremo la comune velocità de' corpi A, B procedenti di conserva dopo la doppia percossa $= \frac{C \cdot V}{A + B} = \frac{A \cdot V - BU}{A + B}$ il moto de' quali seguita necessaria-

mente la direzione del globo C, ovvero A, in cui la quantità del movimento, e non sempre la forza viva predomina.

XII.

Il metodo, che ho seguito ed in questo, e nel precedente capitolo per determinare le leggi della comunicazione del movimento tra i corpi perfettamente molli, m'apre la strada per decidere una curiosa, ed importante questione, se i canoni fondamentali, e secondari, che prescrivono le regole ai moti comunicati, alle forze vive, e morte, ed alle continuamente applicate, sieno di congrua elezione, ovvero di precisa necessità. Non si disputa già, se la Natura metta in opera quelle leggi, che dai fenomeni ci vengono manifestate; imperciocchè su questo punto i Fisici ammoniti dalla esperienza vanno d'accordo: ma si dividono in due partiti, qualora si cerca per mettere la controversia sotto un altro aspetto, se dato l'essere alla materia, che corredata delle sue passive affezioni estensione, ed impenetrabilità si suppone priva di moto, e di forza, per ridurla a sistema possano stabilirsi nuovi canoni affatto diversi da quelli, che si veggono adoprati nella presente costituzione di cose; onde nasca un' altro ordine, ed un altro Mondo, senza che da tale arbitraria mutazione ne seguano assurdi, e contraddizioni. O pure se le leggi poste in pratica siano talmente adattate all'essenza della materia, e sì fattamente legate colle sue originali proprietà, che l'alterarle, ed il variarle altro non sia, che introdurre ipotesi immaginarie ed impossibili, le quali non possano prodursi, ne sostenersi. Sarebbe molto malagevole impresa farsi a sciogliere il quesito, come suol dirsi a priori, deducendo la vera sentenza da' primi immediati, ed incontestabili principj. Converrà dunque procedere per un sentiero indiretto, ed andar in traccia di quelle sconvencolezze, che indubitatamente i sistemi mal concertati accompagnano: ma non è così facile lo svolgere un filo di legittime conseguenze, che ci guidino a ripugnanze assolute, e metafisiche, le quali sieno alla possibilità delle cose diametralmente contrarie. Parmi d'aver tanto in mano per le dimostrazioni, che ho esposte, che posso promettermi d'una buona riuscita, senza dipartirmi dal mio soggetto delle forze vive, e de' moti partecipati.

XIII.

Il celebre Leibnizio co' suoi Seguaci si è dichiarato per la prima opinione: e ciò non dee recarci maraviglia; imperciocchè egli ha ragionato coerentemente alle proprie massime, ed una preoccupazione tenacemente radicata, o vera o falsa che sia, tirasi dietro le sue conclusioni. Già si sa essersi lui dato a credere, che Dio abbia creato l'ottimo Mondo, e che la Divina Onnipotenza non possa estendersi a fabbricarne un migliore. Questa immaginazione ha fatto un grandissimo rumore nella filosofica Repubblica, e c'è tutta via chi la difende siccome una verità manifesta, e chi siccome uno strano paradosso la impugna. Ma se per condiscendenza si lascia correre, e si reputa almeno probabile, e d'una palese falsità non per anche convinta; ne segue, che mal potendosi combinare la necessità colla scelta dell'

dell'ottimo, ed avendosi ad accoppiare colla struttura dell'universo tra tutti i possibili il più perfetto quelle leggi, che poggiano ad un pari grado di perfezione; si debbe inferire, ch'esse leggi ad un massimo fine dirette sieno di elezione, e di convenienza, ed appropriate al premeditato disegno.

Al parere del Leibnizio si oppone una difficoltà secondo me oltre modo malagevole a superarsi. Sotto il catalogo di queste leggi preferite a tutte l'altre dalla Sapienza del supremo Artefice avrebbe ad annoverarsi la teoria delle potenze equipollenti, la quale se con una particolare eccettuazione fra le necessarie dee collocarsi, ci cade subito, e con ragione in sospetto, che le altre sovra menzionate alla stessa classe appartengano. E' riuscito al dottissimo Sig. Daniello Bernoulli di liberarsi in parte dal pregiudizio, dappoichè nel primo Tomo de' Comentarj della Imperiale Accademia di S. Pietroburgo con un ingegnoso progresso ha dimostrato, che le leggi moderatrici della composizione, e della risoluzione delle potenze non sono già contingentemente vere, ed adottate dall'Autore della Natura ad unico oggetto di cavare dal fondo della sua infinita possanza l'ottimo sistema; ma bensì certe, ed evidenti, e d'una certezza, ed evidenza metafisica ne' principi, e geometrica nelle deduzioni: per modo che non se ne possono surrogare delle altre nè migliori, nè peggiori senza incorrere in una manifesta contraddizione.

Questo saggio dovea per lo meno ammonire il lodato Matematico a non fidarsi della sentenza Leibniziana, e poca ragionevolmente dubitare, se i Canoni del Galileo concernenti le forze sollecitanti, se quello del Leibnizio intorno la misura delle forze vive, se gli Ugheniani de' moti comunicati, e delle forze centrifughe fossero di congruenza, e di beneplacito, o pure di stretta indispensabile necessità. Egli è vero, che mancavano le dimostrazioni per l'una, e per l'altra parte: ma chi poteva indovinare, che col tempo non comparissero, e non togliessero di mezzo la perplessità? Tanto più che quella da lui novellamente scoperta stimolava i Geometri a fare nuovi sforzi per afferrare la verità.

Ed in fatti dachè il P. Vincenzo Riccati ci ha fatto toccar con mano, che nelle forze composte ha luogo l'uguaglianza delle azioni misurate dai prodotti delle potenze ne' minimi spazj, ed appresso quella, che si ravvisa fra i quadrati delle velocità elementari: dachè l'Eulero ha dimostrativamente dedotto le comunicazioni dei moti tra i corpi molli, e gli elastici dalle forze continuamente applicate; dachè io ho dimostrato la dipendenza immediata de' movimenti partecipati dalla teorica Leibniziana delle forze vive; egli è più chiaro della luce del Sole, che le leggi naturali sono talmente insieme connesse, che se taluna d'esse è assolutamente necessaria, le altre non possono mai essere d'indole diversa; onde fra le contingenti abbiano a riporsi. Così la lite è sopita: ma per maggior dilucidazione gioverà riguardar la cosa da tutti i lati.

Quando il ragionamento cade sul possibile, e sull'impossibile, fa dimettersi procedere con accurata circospezione, e non siamo mai cauti abbastanza; conciossiachè spesso siate ci si fa innanzi un'apparente ripugnanza, che esaminata di fondo si dilegua e svanisce, ed alle volte per quanta industria si adopera non ci va fatto di scoprire quello inconveniente, che per esser messo in lume ha bisogno d'una lunga serie di deduzioni. Si dee dunque tenere il giudizio in bilancia, sinattantochè una rigorosa dimostrazione cavata da principj fermi, ai quali non si possa negar fede, ponga in quiete il nostro intelletto.

Egli è certo, che i Teoremi d'Aritmetica, di Geometria, e di Analisi, che si appoggiano ad evidentissimi pronunziati, sono proposizioni di eterna ed immutabile verità. Si sconvolgano da capo a fondo le leggi della Natura, e si dia l'essere a nuovi Mondi dal nostro totalmente diversi; sarà sempre vero a cagion d'esempio, essere i numeri forniti delle proprietà da noi dimostrate, le quali non ponno diversificarsi, senza dar di petto nell'impossibile. All'incontro nelle investigazioni fisiche la nostra mente bene spesso non vede chiaro abbastanza per discernere, se ci sia, o non ci sia la cercata contraddizione; imperocchè ci si presentano alle volte motivi del pari probabili, o almeno non convincenti, che lasciano nella primiera incertezza.

Maneggiata la quistione, che abbiamo alle mani, per via di semplici conghietture, egli sembra da un canto, che non essendo il moto essenziale alla materia (mentr'essa senza perdere alcuna delle sue innate proprietà può egualmente trovarsi in movimento, o in quiete) sembra dico, che le leggi spettanti al moto, ed alla forza, siccome accidentali, e straniere alla trina dimensione impenetrabile, e ad esso lei sovrapposte, ed al di fuori addossate, abbiano ad annoverarsi fra quelle, in cui ha luogo l'elezione, e l'arbitrio del sommo Facitore, ed in cui il motivo della preferenza nella maggior perfezione del sistema unicamente consiste.

Dall'altro canto fra gli attributi della materia non dee trascurarsi l'inerzia proporzionale alla massa, e che, come a suo luogo abbiamo spiegato, è una conseguenza della impenetrabilità, e pare inserita nell'estensione unicamente in grazia de' movimenti. Da essa deriva la ripugnanza, che si osserva in tutti i corpi al cangiamento di stato in passando dalla quiete al moto, o al contrario. Ora chi sa, se la materia guarnita delle accennate proprietà sia indifferente ad ammettere con pari prontezza quante si voglia diverse leggi di forza, o pure ne richieda una sola realmente limitata, e particolare, che il variarla tiri con seco qualche gravissimo inconveniente?

Le più sottili, e verisimili speculazioni anno talvolta la disgrazia di non essere le più avverate, e tra queste io conto l'ipotesi del Leibnizio intorno le leggi di scelta, e di convenienza, delle quali faccio parola. E per darne un riscontro non uscendo dal mio subbietto, io sono convinto, che
il

il canone delle forze vive proporzionali alle azioni, e alle velocità duplicate sia la base di tutte le leggi dinamiche de' fenomeni naturali regolatrici; mercè che gli effetti fisici col movimento associati sono tutti giuochi delle forze vive, e morte nella materia inerte inestate. Ogni altra legge escogitabile, parto della nostra fantasia, ridotta dall'idea al fatto porta con seco disordini, e ripugnanze: e perciò francamente asserisco, che la legge Libniziana contro l'intenzione del suo celebre scopritore è di precisa necessità, e non d'arbitrio, e di congruenza.

XV.

Si rivolga la mente sopra la serie delle dimostrazioni, da cui ho raccolte le leggi, onde i corpi molli si comunicano il movimento. I principi, di cui mi sono servito, non sono fisici, e dedotti dalla speranza, ma metafisici, e geometrici, e tali, che forniti vanno d'una evidenza incontestabile, e necessaria. Da questi con rigorose deduzioni ho provato, che le forze vive devono serbare la ragione composta, semplice delle masse, e duplicata delle velocità; che le quantità del moto, sottratte però le contrarie, sono eguali prima, e dopo dell'urto; che il centro di gravità conserva il suo movimento, e che quando un corpo in moto urta in un altro quieto, la forza residua sta a quella, che s'è consumata nell'ammaccare, come la massa del corpo urtante alla massa del corpo urtato, e tutte l'altre condizioni, che accompagnano la comunicazione del movimento. Pertanto conchiudo, che allora ci sarà permesso di collocare queste proprietà fra le contingenti, quando si crederà di poter cancellare i premessi Assiomi dal numero di quelle prime verità, che sono note per se medesime. In questo mentre non ci dia noia, che la legge regolatrice della presente costituzione dell'Univerſo sia necessaria, e non contingente; conciossiachè dove ho tenuto discorso delle cause finali, si è provato, che la necessità si concilia colla indifferenza, e che all'arbitrio Divino, ed Umano si sottopone.

CAPITOLO VICESIMO

Della comunicazione del moto fra i corpi perfettamente elastici.

I.

DAppoichè mi è riuscito di dimostrare, riducendo la cosa all'assurdo; non esser possibile qualsivoglia altra legge di forze, trattane la scoperta dal Leibnizio, che la misura per il prodotto della massa nella velocità duplicata, proseguisco il mio cammino, e me ne vaglio nell'investigare la comunicazione de' movimenti tra i corpi di squisita virtù di molla forniti. Sieno due solidi A, B (Fig. 29.) di tal natura, i quali prima dell'urto procedano colle velocità date V, U, e dopo la percossa, e la riflessione colle velocità ignote v, u; si dimanda qualmente queste abbiano a determinarsi.

Il chiarissimo Signor Jacopo Ermanno elegantemente si fa strada alla soluzione del quesito nella seguente maniera. Premette egli, che si conserva compiuto il colpo quella medesima quantità di forza viva, da cui erano animati i due corpi avanti la collisione, e facendo uso del canone Leibniziano, propone per fondamentale la formula

$$(1^a) AV^2 + BU^2 = Av^2 + Bu^2$$

Quinci fingendo, che i detti corpi si muovano tanto prima, quanto dopo l'incontro in una nave, che cammini colla velocità infinitesima dW , giusta la direzione per esempio della palla A, osserva, che lo Spettatore costituito sul lido immobile, quand'avesse occhi acuti, che potesse discernere ogni minimo incremento di celerità, vedrebbe il corpo A muoversi prima della percussione colla velocità $U + dW$, e terminata l'azione colla celerità $V + dW$. Dicasi lo stesso del corpo B, ed in tale stato, prendendo di bel nuovo le forze secondo la sentenza del Leibnizio avremo

$$(2^a) A.V^2 + 2A.VdW + B.U^2 + 2B.UdW + A.dW^2 + B.dW^2 = A.v^2 + 2A.vdW + B.u^2 + 2B.udW + A.dW^2 + B.dW^2.$$

II.

Espurgata questa formola, prima col toglier di mezzo i termini $A.dW^2$, $B.dW^2$, che si elidono, indi col levare quegli altri, che formano egualità attesa la prima equazione, cioè $A.V^2 + BU^2 = Av^2 + Bu^2$, e final-

finalmente col dividere i termini restanti per la quantità comune $\frac{417}{2dW}$,
nascerà la equazione

$$(3^a) AV + BU = Av + Bu,$$

dalla quale impariamo, che le quantità del moto, cioè a dire i prodotti delle masse nelle rispettive velocità sono eguali tanto avanti, quanto seguita la collisione: ed in oltre ricaviamo per via di corollario, che il centro di gravità delle due sfere A, B cammina e prima, e dopo l'urto colla stessa velocità, e direzione: essendo nel primo caso la celerità d'esso centro

$$\frac{AV + BU}{A + B}, \text{ e nel secondo } \frac{Av + Bu}{A + B}.$$

Prendasi per mano l'espressione prima, e trasponendo i termini si riduca alla

$$(4^a) AV^2 - Av^2 = Bu^2 - BU^2,$$

e lo stesso facciasi della terza; onde si abbia

$$(5^a) AV - Av = Bu - BU,$$

e poi dividendo i membri della equazione 4^a per i corrispondenti della 5^a ci si presenterà la

$$(6^a) V + v = u + U,$$

dalla quale si deduce, che la velocità relativa, con cui le palle A, B si avvicinano avanti la percossa, non è diversa dalla velocità relativa, per cui dopo l'urto esse palle si allontanano.

Altro non rimane, se non che dalla formola 6^a si cavi il valore dell'una, o dell'altra incognita per esempio di $u = U + v - V$: il qual valore sostituito nella equazione 3^a ci darà la

$$(7^a) AV + BU = BV - BU + Bv + Av,$$

e fatte le debite operazioni,

$$(8^a) v = \frac{AV + 2BU - BV}{A + B},$$

e col medesimo metodo si viene a scoprire il valore di u

$$(9^a) u = \frac{BU + 2AV - AU}{A + B}.$$

III.

Sin qui il Signor Ermanno, ed io dalla ingegnosa specolazione pigliò il motivo di aggiugnerci alcune importanti considerazioni: Perchè i seguaci del Cartesio vorrebbero pure, che si prendesse la misura delle forze vive

Tom. II. Opere Ricc.

Ggg

dalla

S'incontrino dunque una, o più volte le due palle A, B, e partecipino ad altre C, D o tutta, o in parte la loro forza, e di più siano soggette a replicate riflessioni sotto qualsivoglia angolo; accaderà sempre mai, che tanta forza si conservi dopo le iterate azioni, quanta se ne aveva, prima che i corpi vicendevolmente se la comunicassero. Per la qual cosa conchiudendo essere fondamentale in Natura la legge menzionata, per cui viene generalmente regolato il sistema del Mondo, che nelle particolari congiunture a variazioni a guisa delle secondarie non è sottoposta, e che sola salva il gran principio, che quella forza, che in se riceve l'effetto, alla cagione si toglie: laonde non può mai intervenire, che la virtù della causa dalla corrispondente dell'effetto sia superata.

X.

Ben è vero, e dal citato P. Riccati nella Giornata undecima de' suoi Dialoghi ne siamo stati ammoniti, che tal fiata le leggi men principali si separano, e mentre una d'esse tuttavia sussiste, l'altra si esclude, e si abbandona, sciogliendosi la connessione, che in molti incontri le teneva apparentemente insieme legate. Ma si complicano alle volte talmente i dati, e si mescono le circostanze, che si viene in cognizione non essere tanto stretto il commercio, quanto da noi si supponeva delusi da una fallace analogia, e da una mancante induzione.

Considerata la mutua collisione di tre o più corpi, e siano pure o perfettamente molli, od elastici, o d'una media consistenza, si dimostra, che seguito il congresso stanno salde le forze primitive, ma non già le quantità del moto. In questo mentre chi si sarebbe avvisato, che ciò non ostante non succedesse alterazione di sorta nel centro di gravità, il quale dopo le scambievoli azioni proseguisce a camminare colla primiera velocità, e per la medesima direzione?

E' più facile perseverando sempre la somma delle forze vive, canone che non soggiace a varimento, tener anco ferme le quantità del movimento, e nello stesso tempo far sì, che il centro di gravità muti stato, e nella sua celerità, e nella linea del suo viaggio: seppure si può appropriare un vero, e fisico cangiamento di stato ad un punto immaginato da' Geometri per agevolare i loro investigamenti, il quale di massa, d'impenetrabilità, e d'inerzia non è fornito, ed intorno cui non s'impiega forza, quando in certe congiunture è astretto a scorrere per istrade nuove, e con velocità differenti. Ricorra il Lettore alla dottrina degli accessi, e de' recessi spiegata dal menzionato Autore nell'ottava Giornata, e vedrà, che un mobile senza accrescimento, e diminuzione di forza, nè tampoco di quantità di moto, si avvicina tal fiata ad un punto fisso, ovvero ad una linea data di posizione, e tal volta vi si discosta.

XI.

percolsa, purchè le forze si misurino conforme la sentenza Leibniziana: e che all'opposto non istanno sempre falde, ed invariate le quantità del moto, le quali si rinvencono ora maggiori, ed ora minori, secondo che i casi si diversificano, con tutto che non ci sia nè accrescimento, nè diminuzione di forza, che non si disperde in altri effetti, salvo che in un solo impiegandosi; mi sembra evidente esser la legge del Leibnizio l'unica, e la capitale, su cui la Natura va temperando la comunicazione de' moti, e che la Cartesiana è puramente accessoria; perchè non ha luogo in tutte le particolari circostanze.

VI.

Viene a mio proposito una ingegnosa osservazione del lodato Signor Ermano. Se la forza viva d'un mobile dee stimarsi dalla quantità del moto, come pensano i Matematici di Francia, e d'Inghilterra comunemente, egli ne segue, che una forza determinata può generarne un'altra, la quale sia alla sua generatrice in qualunque proporzione di maggiore ingualità. Per esempio, io dico, che la massa $A = 1$ (Fig. 12.) mossa colla velocità n , essendo n un numero intero, è capace d'imprimere la velocità $= 1$ alla massa $= n^2$: laonde avendosi in tal incontro, anche per sentimento degli Avversarij, a computare le forze dalla quantità della materia messa in movimento con pari velocità; la forza prodotta alla producente sarà in ragione come il quadrato al lato, cioè a dire in qualsivoglia multipla proporzione: cosicchè si potrà accrescere quanto ci piace l'energia dell' effetto, a confronto di quella della propria cagione.

Urii dunque la sfera A , la cui massa si espone per l'unità, colla celerità $= n$ nella quietà B di massa $= 2n-1$, questa stanti le regole della comunicazione de' moti già dimostrate, cammina compiuto il congresso, e senza cangiar direzione colla celerità $= 1$, e la palla A retrocede colla velocità $= n-1$. Qui per ridurre la cosa a maggior evidenza, e toglier di mezzo le gavillazioni de' Cartesiani facciasi, ch'essa palla dia di petto nella corda O lissimamente elastica; onde non soffrendo alcuna alterazione nella sua forza, sia obbligata a risfetterlisi, indi a percuotere la nuova sfera C immota, la di cui massa si ponga $= 2n-3$. Accaderà, che il globo C proceda verso B colla velocità $= 1$, e che A torni indietro colla celerità $= n-2$. Patisca esso una seconda riflessione, e nel volar canumino incontri la terza palla D parimente in riposo, e di massa $= 2n-5$; per modo che dopo la percolsa progredisca questa colla velocità $= 1$ per la solita direzione, mentre si muove la sfera A in senso contrario colla celerità $= n-3$.

In tal guisa si vada replicando il giuoco, sinattantochè dopo iterate riflessioni finalmente il corpo A venga ad urtare in un'altro eguale: lo che dee per necessità avvenire, sottraendosi dal numero pari $2n$ successivamente i numeri dispari $1, 3, 5, 7$, ec. Allora restando immota la palla A , avrà perduta tutta la sua forza, e partecipatala passo passo ad una serie di corpi decrefcenti, le masse de' quali ci si rappresentano dalla progressione $2n-1, 2n-3, 2n-5, 2n-7$ ec. E perchè questi corpi tutti camminano per la stessa

di-

direzione, e con pari velocità esposta nella nostra ipotesi per l'unità; è comune sentimento d'amendue le Scuole, che la loro forza si misuri dall'aggregato delle masse, o sia dalla somma della predetta progressione, la quale si trova essere precisamente $= n^2$; sapendosi già, che sommata una serie di numeri impari decrecenti fino all'unità, essa è uguale al numero de' termini n elevato al quadrato.

VII.

A buon conto si è provato evidentemente, che la massa $A = 1$ animata dalla velocità $= n$ ha vigore abbastanza per mettere in moto la massa n^2 colla velocità $= 1$: e quando non vogliam negare la necessaria immutabile corrispondenza tra la causa, e l'effetto; altro non possiam dire, se non che la forza viva del corpo A mosso colla celerità n sia $= A \times n^2$; viene a significare pari alla massa moltiplicata nel quadrato dell'attuale velocità, conforme a ciò, ch'è stato insegnato dal Leibnizio.

Per via di corollario si noti, che mentre la palla A va perdendo a gradi eguali la celerità, o la quantità del moto, riducendosi di passo in passo la velocità n ad $n-1$, $n-2$, $n-3$ ec., onde si formi una serie aritmetica decrecente, che ha per differenza l'unità, e finisce nel nulla; la forza viva della suddetta sfera A va con diversa legge scemando, cioè per mezzo d'un'altra serie aritmetica calante di numeri impari, che anno per differenza il binario, e terminano nell'unità. Per la qual cosa le forze, che nel corpo A si conservano, si esprimono sempre per i quadrati di que' numeri, che formano la progressione decrecente de' numeri naturali.

A cagion d'esempio posta la velocità del globo $A = 5$, onde sia la sua forza viva $= 25$ se nella prima percossa perderà essa un grado di celerità, e tornerà indietro colla velocità $= 4$, la forza comunicata al corpo B sarà $= 9$, e la residua $= 16$ quadrato di 4 : e se nel secondo colpo perderà un altro grado di celerità, e ne conserverà tre gradi; la forza partecipata al solido C sarà $= 7$, e la restante $= 9$, e così di mano in mano. E quindi nasce una curiosa analogia fra le predette comunicazioni di moto, ed i gravi, che discendono, o ascendono accelerati, o ritardati da una forza centrale costante, ne quali ha luogo la stessa legge delle forze acquistate, o perdute per via dei numeri impari, giunto la dottrina del Galileo.

VIII.

Parmi, che sia messo abbastanza in chiaro con qual infallibile criterio abbiansi a distinguere le leggi fondamentali dalle accessorie. So d'aver ancora tenuto qualche discorso in tal proposito, ma la materia vuole più accuratamente illustrarsi. Le prime con tutte l'altre, che da esse immediatamente dipendono, deggiono sussistere in ogni evento senza qualsivisia variazione; acciocchè non patisca eccezione l'assioma, che stabilisce una inalterabile uguaglianza fra la cagione, e l'effetto, quando la causa tutta nel produrre il suo effetto s'impiega. Non così le secondarie insieme con quelle, che da ef-

dalla quantità del moto; facciamci ad esaminare cosa succeda nella loro ipotesi tenendo dietro al progresso di sopra esposto.

L'equazione adunque fondamentale in questo sistema sarà.

$$(1^a) AV + BU = Av + Bu.$$

Ora posto che la comunicazione del moto facciasi in una barca procedente colla velocità infinitamente picciola dW ; ognuna delle quattro velocità, cioè V , U , v , u verrà aumentata rispetto coloro, che stanno fermi sulla spiaggia, della flussione dW , e conseguentemente le quantità del moto, che si eguagliano e prima, e dopo il colpo, ci danno l'equazione

$$(2^a) AU + AdW + BU + BdW = Av + AdW + Bu + BdW.$$

Cancellati i quattro termini finiti, fra i quali si dà uguaglianza, $AV + BU = Av + Bu$, e partiti quelli, che restano, per dW , havi l'espressione inetta $A + B = A + B$, o sia $0 = 0$.

Da questa formola nugatoria dobbiamo inferire, che mal si è presa per fondamentale una legge, che da se sola non può condurci allo scioglimento del Problema. In fatti per rinvenire i due valori delle incognite velocità v , u ci vogliono due differenti espressioni, una delle quali nasce dalla legge principale, e l'altra da una legge di conseguenza dipendente dalla ipotesi, che la comunicazione de' moti si faccia in un vascello, che viaggi con inasfegnabile celerità. Se prendiamo per canone capitale il Leibniziano, la supposizione assunta ci somministra il Cartesiano in qualità di secondario: ma se questo si piglia siccome principale, giacchè da esso stante la seconda equazione inutile non si cava l'accessorio; siamo sempre da capo, e nulla si ottiene; onde la soluzione del quesito si riduca a buon termine.

IV.

Quinci possiamo francamente conchiudere, che la legge Cartesiana sola non basta per conseguire l'intento, e che fa di mestieri accoppiarla con un'altra, che da essa in nessun modo dipende. Ed io sfiderei i Fattori della sentenza contraria a sviluppare compiutamente la proposta quistione senza rifuggire alla legge del Leibnizio, o a qualche altra, che ne deriva immediatamente.

Ci serva d'esempio la legge, per cui il centro di gravità delle masse A , B e prima, e dopo la percossa cammina con pari velocità: la qual legge è una spezial conseguenza della supposta uguaglianza fra le quantità del moto. Ci si presentano dunque le due formole $AV + BU = Av + Bu$,

$$\frac{AV + BU}{A + B} = \frac{Av + Bu}{A + B} : \text{ma nè meno questi due canoni uniti insieme ci}$$

somministrano alcuna determinazione; imperocchè qualunque giro d'analisi si metta in opera, anderanno sempre a finire in equazioni nugatorie. E da ciò di bel nuovo s'inferisca, che non viene a festa nè la legge Cartesiana.

fiana da se sola, nè combinata con altre leggi, le quali come tanti corollari da essa fluiscono.

All' incontro se da noi si accoppierà col Cartesiano un qualche altro principio, che si riduca al Leibniziano, e sia dagli Avversari ammesso per buono, le formole, che se ne deducono, non faranno altrimenti vane, ma tali, che ci guideranno speditamente alla soluzione. Potrei valermi del Canone di Cristiano Ughenio, da cui si fa aver tratta la sua regola il Leibnizio, ed è, che il centro di gravità dei pesi cadenti tanto ascenda, quanto è disceso.

Ma per non partirmi dalle cose, che si hanno sotto gli occhi, di sopra al numero 1°. sonosi dedotti i valori delle due velocità ignote v , u dal congiungere le due equazioni 3^a, e 6^a, la prima delle quali ci dà l'eguaglianza fra le quantità del moto, e la seconda fra le velocità relative. Ora io dico, che unite insieme queste due leggi, si perviene al canone Leibniziano. Essendo per una parte $AU + BU = Av + Bu$, e per l'altra $V + v = U + u$, se si moltiplicheranno uno per l'altro i membri corrispondenti delle predette equazioni, non si turberà l'egualità. Avremo pertanto

$$AU^2 + BUV + AVv + BUv = Avu + Bu^2 + AUv + BUu,$$

e trasponendo due termini,

$$AV^2 + BUV + BVv - BUv = Avu + AUv - AVv + Bu^2.$$

Ma $V + v - u = U$, ed $u + U - V = v$ in virtù dell'eguaglianza fra le velocità relative; dunque $V + v - u \times BU = BU^2$, ed $u + U - V \times Av = Av^2$. Dunque fatte le opportune sostituzioni, $AV^2 + BU^2 = Av^2 + Bu^2$, lo che cc.

V.

Siamo documentati abbastanza, che dal canone fondamentale delle forze vive misurate dalle masse nei quadrati delle velocità la regola secondaria concernente le quantità del moto, con tutte quelle, che dall'una, o dall'altra, o dai loro combinamenti dipendono, traggon l'origine. Per confermar maggiormente le cose fin ora dette io noto, che la legge primaria adoperata dalla Natura, a fine di regolare la distribuzione de' moti ne' corpi elastici, dee necessariamente esser fornita d'un requisito, di reggere in tutti que' casi, ne' quali la forza si mantiene intatta, e di reggere in maniera, che non retti punto alterata dalla mutazione di quelle circostanze, che non giungono a diversificare la quantità della forza primitiva. Questa verità deriva da un principio incontestabile inculcato dal Leibnizio, che ad una causa piena risponde un effetto intero, e quelle ipotesi, sebbene comunemente abbracciate, che mettono all'assioma una qualche eccezione, si reputino senza esitamento o false, o per lo meno mancanti.

Ora se mi va fatto di dimostrare, che nella collisione de' corpi perfettamente elastici si mantiene dopo l'urto in tutti gl'incontri, ed in tutte le circostanze lo stesso aggregato di forze vive, da cui erano animati avanti la

po B (Fig. 34.) colla sua velocità per la retta BE, ed il corpo A lo seguirà per la strada AE, finattantochè pervenuto in C muti sentiero, e sia costretto da un canale ad aggirarsi per la curva CFGH dalla figura rappresentata, la quale tocca la linea AC B nella origine C, dappoi rivogliendosi per CFG, patisca in G un flesso contrario, e finalmente ritorni al contatto della linea AC B nel punto H. Egli è manifesto, che giunta la palla A al luogo H, abbandonata la curva, procederà per la via della tangente, ed il suo centro non si partirà dalla retta AH. Così i due mobili A, B ognuno colla propria celerità s'incontreranno per la medesima orizzontale, con moti però direttamente contrarj. Qui dimando, se attese le opposte direzioni, le quantità dei moti, da cui essi corpi sono affetti, abbiano da sottrarsi, come in casi simili praticano gli Avversarj. No certamente; perchè non si manterrebbe l'uguaglianza cogli impeti, che prima della collisione in ambo le palle risiedevano. Bisogna dunque prenderne la somma; onde l'egualità non si turbi, e di conseguenza non è generale la regola Cartesiana, che dalla premessa posizione di falso resta convinta. In oltre se ne cava un corollario, che la forza de' corpi in moto, mentre novella forza non si aggiunga, o si levi per mezzo di qualche cagione eltrinfeca, nè punto, nè poco si diversifica.

XII.

Consiglierei i Matematici, che si esercitano nella soluzione de' più ardui problemi, a non perdere mai di vista il nostro canone principale, che conforme ho detto, e ridetto, tragge la sua origine dal principio generalissimo delle azioni produttrici delle forze vive, applicando le sollecitazioni delle forze morte agli elementi non del tempo, ma dello spazio. Se piglieranno di mira la conservazione d'esse forze vive, oltre che troveranno maggior facilità nello sviluppare le quistioni, faranno sicuri di camminare per una strada regia, che mentre non si lascino incautamente traviare, li guida speditamente alla meta.

Consento, che alle occasioni facciano uso de' teoremi meccanici concordemente ricevuti, a fine di evitar le contese: ma quantunque volte allo scioglimento del quesito son pervenuti, movano un altro passo, e riflettano, che in ogni caso particolare l'inalterabile mantenimento delle forze non patisce eccezione. Quindi volgendosi da questo lato conseguiranno l'intento per un altro progresso, e spesso fiate più elegante, e più magistrale. Appresso si ha frequentemente il beneficio, che coll'accoppiamento d'amendue i metodi si scoprono alcune verità, che valendosi d'un solo, non ci si farebbono palesate. Così si sono adoperati a nostri giorni li Signori Bernoulli, ed Eulero, ed altri Geometri di primo nome, i quali, o servendosi delle massime comuni, di dedurre per via di corollario la conservazione delle forze Leibniziane non si dimenticano, ovvero a questa sola base appoggiano le loro ricerche, oppure non trascurato l'uno, e l'altro modo, mostrano la conformità delle conclusioni, ch' indi risultano.

Dal Signor Giovanni Bernoulli piglio tre esempi ad imprestito. In prima vuol egli nel Tomo terzo delle sue Opere stampate in Ginevra al n.º 147, che il peso M (Fig. 35.) sdruciolli dalle resistenze non impedito per l'ipotenusa AC del triangolo ACK , e che nello stesso tempo il detto piano possa retrocedere senza patir fregamento per la linea orizzontale KH ; si dimanda la velocità del corpo M , e del triangolo ACK , indi la strada, per cui procede esso corpo in virtù del moto composto, e per ultimo la legge d'entrambe le accelerazioni.

Per giungere alla soluzione si risolvono le potenze nelle appropriate equipollenti, e poi se ne misuran le azioni per via di serie geometriche, e si conchiude nel corollario primo, che la forza accelerante il grave M nella direzione dell'ipotenusa all'altra, che lo stimola unito al piano ACK nella direzione orizzontale, sta in proporzione composta della ipotenusa alla base del triangolo, e della massa di tutto il sistema alla massa del mobile M . Si aggiunga al coroll. 5.º, che moltiplicando il quadrato della velocità finale del triangolo nella sua massa, indi la massa del peso M nel quadrato della velocità acquistata nell'infimo punto, la somma di queste due forze s'eguaglia alla forza viva, di cui sarebbe fornito il solo grave M , se fosse liberamente caduto a piombo per la verticale AK . Proseguisce l'Autore a soddisfare ad altri problemi per mezzo delle regole note, ma sempre ne deduce la conservazione delle forze computate dalle masse nelle velocità duplicate.

In secondo luogo assume egli unicamente questo principio al n.º 140, dove cerca l'analogia fra le vibrazioni delle corde elastiche, e le oscillazioni de' pendoli, e trova le sue conclusioni uniformi a quelle dell'Inglese, Tailor, ch'era per altro metodo venuto a capo di tale astruso investigamento.

Sia il terzo, ed ultimo saggio tolto dal n.º 145. Abbianfi (Fig. 36.) due pesi disuguali A , B legati dalla funicella ACB , che passa per la troclea C , ed il maggiore B discenda per la curva qualunque CGB tirando in alto il minore A per qualsivoglia altra curva FAC ; si propone di determinare le velocità de' predetti gravi ne' punti B , A . Due scioglimenti del quesito ci dà il lodato Geometra. Nel primo da lui chiamato indiretto ricorre al canone delle forze vive, valendosi d'un Teorema dipendente, ed è l'Ugheniano, per cui il centro di gravità de' due pesi connessi dal filo tanto discende, quanto può ascendere, se l'uno, e l'altro d'essi colle velocità acquistate si dirigesse speratamente all'insù, e con un breve giro di raziocinio consegue l'intento.

Richiede più indagine il secondo metodo, che forse mal si appella diretto. Fa d'uopo determinare la tenacità della cordicella, e dappoi rifuggire alla formula fondamentale $Pds = VdV$, mentre egli è certo, che questa espressione, benchè da' Cartesiani non contrastata, ricade nella teorica Leibniziana delle forze vive: Si nota finalmente aver preso un manifesto sbaglio l'Ermanno; essendo totalmente discrepanti le illazioni. Chi s'internerà nel progresso di questo Scrittore, per altro seguace della vera sentenza, si accorgerà essersi lui abusato delle leggi delle forze continue-
men-

mente applicate, adattandole non alla velocità reale, ma a quella di accesso, o di recesso.

Siamo nel caso dal P. Riccati sagacemente avvertito, che gl' impulsi della gravità spingono i mobili per le linee verticali, e che essi sono obbligati dalle circostanze a progredire per istrade oblique, e diverse. Per la qual cosa fa di mestieri star bene intesi, e procedere colla debita circospezione. Infatti se le due curve CGB, CAF in due rette si trasmutassero; le due soluzioni del Bernoulli, e dell' Ermanno anderebbero d'accordo, e non è difficile a capirne la ragione.

XIII.

Sappiano adunque i Geometri mantenitori del contrario partito, ch' io mi darò per vinto, allora quando faranno egliino altrettanto. Mettano mano in Problemi di pari lavoro, e dappoichè per qualsivoglia via sieno arrivati al termine delle loro perquisizioni, s' arrestino, e mi mostrino, che gl' impeti, o vogliam dire le quantità del moto si conservano intatte, in qualunque modo nel modificare le cause operanti, e gli effetti prodotti la Natura si comporti. Io so, e dalle cose dette ne cavo una prova evidente, che non ci riusciranno; imperciocchè dopo una complicazione d' azioni, e di reazioni, il mantenersi costantemente invariate si è una prerogativa, che alle sole forze vive esclusa ogni eccezione compete.

Non mi si opponga, che bene spesso l'esito all' aspettazione risponde; conciossiachè non ho mai negato, che le leggi fondamentali, le quali sempre sussistono, alle volte colle secondarie si accoppino. Ma ciò non basta: converrebbe, che non mai fallissero. Un solo caso, in cui per avventura mancassero, e moltissimo io posso addurne oltre i già allegati, mi documenta di qual indole esse siano, ed a qual classe appartengano. Le riporrò dunque fra quelle, che sovente siccome neglette nel meccanismo della Natura non entrano. Si contenta la gran Maestra di preservar illese le forze vive ad oggetto di tener ferma la necessaria corrispondenza fra le cagioni, e gli effetti. Delle leggi secondarie guari non si prende cura, se non se in quanto in certe congiunture altrove notate, e sogliono esser le più semplici, non ripugna, che colle principali vadano di conserva.

Ora noi, che siamo unicamente intenti ad iscoprire gli artifizj segreti della Natura, sopra ogni cosa guardiamci di farla operare a nostro senno, o piuttosto a nostro capriccio. Non si vogliono introdurre a contrattempo negli incontri particolari que' canoni accessori, che sebbene frequentemente vengano a festa, non an però luogo in parecchi fenomeni: perchè coi capitali conciliar non si possono. E quando ciò interviene, ognuno comprende, che deggiono trasandarsi, appigliandosi semplicemente ai primarj, che ci guidano dritto per ogni sentiero: altrimenti si rinnegano i principj generali, e sicuri, per troppo compiacersi degli ambigui, e de' manchevoli.

CAPITOLO VICESIMOPRIMO

Si esamina se con altre leggi sia possibile la comunicazione del moto tra i corpi elastici.

I.

S Ebbene provate necessarie le leggi, che diriggon la comunicazione del moto tra i corpi molli, non possa mettersi in dubbio, che necessarie altresì non sieno quelle, che riguardano i corpi elastici, pure ho giudicato non esser cosa superflua d'accomodare il metodo del precedente capitolo ad altre leggi di forze vive, e di ricavarne con raziocinio geometrico le conseguenze: giacchè se non tutte, almen molte porteranno seco degli inconvenienti, e resteranno onninamente escluse dalla Natura. Con ciò verremo a confermare vie più, che le leggi naturali non sono di scelta, e d'arbitrio, ma di necessità indispensabile.

Prendo a considerare una supposizione delle più semplici, e voglio, che la forza viva di un corpo in moto sia in ragione composta, semplice delle masse, e moltiplicata delle celerità; onde si esprima per il prodotto della massa A in qualunque dignità della velocità, e sia $= A \cdot a^n$. In tale stato di cose essendo principio fermo, ed immutabile in qualsivoglia sistema, che dee passare perfetta uguaglianza fra la forza della cagione, e quella dell'effetto intiero; se piglieremo due corpi elastici A, B molli rispettivamente colle velocità a, b , e si cercheranno le celerità x, y , che risiedono ne' predetti corpi dopo la percossa, avremo l'equazione fondamentale

$$(1.^a) A \cdot a^n + B \cdot b^n = A \cdot x^n + B \cdot y^n.$$

Facciasi, che al moto delle due palle A, B prima, e dopo l'urto giusta il metodo del Signor Ermanno, s'aggiunga la velocità infinitesima du per occasione della barca, che si fa camminare coll'assegnata minima velocità; e ci si presenterà l'equazione

$$(2.^a) A \cdot \overline{a + du}^n + B \cdot \overline{b + du}^n = A \cdot \overline{x + du}^n + B \cdot \overline{y + du}^n.$$

Quì fa di mestieri, per maneggiare la formula, sostituire l'espressione del binomio alzato alla potenza indeterminata n

(3.^o)

$$(3.^a) \quad A. a^n + nA. a^{n-1} du + \frac{nn-n}{2} A. a^{n-2} du^2 + \frac{n^2-3n^2+2n}{2 \cdot 3} A. a^{n-3} du^3 \text{ ec.}^a + A. du^n + B. b^n + nB. b^{n-1} du + \frac{nn-n}{2} B. b^{n-2} du^2 + \frac{n^2-3n^2+2n}{2 \cdot 3} B. b^{n-3} du^3 \text{ ec.}^a + Bdu^n$$

$$A. a^{n-1} du^2 \text{ ec.}^a + A. du^n + B. b^n + nB. b^{n-1} du + \frac{nn-n}{2} B. b^{n-2} du^2 + \frac{n^2-3n^2+2n}{2 \cdot 3} B. b^{n-3} du^3 \text{ ec.}^a + Bdu^n$$

$$\frac{n^2-3n^2+2n}{2 \cdot 3} B. b^{n-2} du^3 \text{ ec.}^a + Bdu^n A. x^n + nA. x^{n-1} du + \frac{nn-n}{2} A. x^{n-2} du^2 + \frac{n^2-3n^2+2n}{2 \cdot 3} A. x^{n-3} du^3 \text{ ec.}^a + Adu^n$$

$$A. x^{n-2} du^3 + \frac{n^2-3n^2+2n}{2 \cdot 3} A. x^{n-3} du^4 \text{ ec.}^a + Adu^n + By^n + nB. y^{n-1} du + \frac{nn-n}{2} B. y^{n-2} du^2 + \frac{n^2-3n^2+2n}{2 \cdot 3} B. y^{n-3} du^3 \text{ ec.}^a + Bdu^n$$

$$+ \frac{nn-n}{2} B. y^{n-2} du^2 + \frac{n^2-3n^2+2n}{2 \cdot 3} B. y^{n-3} du^3 \text{ ec.}^a + Bdu^n$$

Per espurgare la premessa equazione osservo, che essendoci egualità fra i due membri $A. a^n + B. b^n = A. x^n + B. y^n$, questi vicendevolmente si distruggeranno, ed oltre di ciò, eccettuati i secondi termini affetti dal du , svaniranno tutti gli altri, che contengono le potestà più alte du^2, du^3, du^4 ec.^a, che sono incomparabili, come infinitamente più piccioli di quelli, ne quali si trova la sola prima flussione du . Resterà dunque l'equazione $nA. a^{n-1} du + nB. b^{n-1} du = nA. x^{n-1} du + nB. y^{n-1} du$, che divisa per du , e per n ci dà

$$(4.^a) \quad A. a^{n-1} + B. b^{n-1} = A. x^{n-1} + B. y^{n-1}.$$

II.

E qui si noti, che dalla legge principale assunta nasce di conseguenza la secondaria espressa con una equazione similissima alla prima, se non che si trova questa abbassata d'un grado. Così se verrà fissata per legge fondamentale la Cartesiana esposta per l'equazione $Aa + Bb = Ax + By$, essendo in tal caso l'esponente $n = 1$, nella formula accessoria troverassi $n-1 = 0$, cioè $A. a^0 + B. b^0 = A. x^0 + B. y^0$, la qual equazione si risolve nella nugatoria $A + B = A + B$, ovvero $0 = 0$.

Presa per legge principale la Leibniziana facendo $n = 2$, nasce in forza del metodo per secondaria la Cartesiana: e se per avventura si assumerà come legge fondamentale, che le forze vive sieno come le masse moltiplicate nei cubi delle velocità, onde s'abbia $n = 3$, ci si presenterà per secondaria quella del Leibnizio, e così di mano in mano.

Le due formule ($p.^a$) e ($q.^a$) si riducono alle due seguenti

$$(5.^a) \quad A. a^n + B. b^n = A. x^n + B. y^n$$

$$(6.^a) \quad A. a^{n-1} + B. b^{n-1} = A. x^{n-1} + B. y^{n-1}.$$

Que:

Queste espressioni accoppiate insieme ci guidano alla costruzione geometrica per via de' luoghi, o solidi, o lineari; e per darne un saggio (mentre io stimo cosa soverchia il fermarmi lungamente su certi particolari, che non possono esser ignoti a chi ha qualche pratica d'Analisi, e di Geometria) prendasi la massa A per l'unità, e si faccia il binomio composto di quantità date $A \cdot a^n + B \cdot b^n$ uguale alla costante c; indi posta $x^n = z$, le due equazioni locali nascenti dalla sostituzione, cioè a dire $x^n = z$, e $c - z = B \cdot y^n$, secondo il vario valore dell'esponente n in numeri interi, o rotti, positivo, o negativo, faranno alle infinite parabole all'asse, ovvero alle infinite iperbole fra gli asintoti; le quali essendo curve già note e per la genesi, e l'andamento, altro non ci resterà a fare, fuorchè descrivere col mezzo d'esse le curve corrispondenti alle formule (5.^a) e (6.^a), e farsi poi a considerare la natura, ed il progresso di queste, per segnare i punti d'intersezione, che ci danno la compiuta soluzione del problema.

III.

Nella retta AB (Fig. 37., 38., 40., 42., 43.) si noti il punto A origine delle variabili z, e fatta $AB = c$, sia punto A vertice della curva dipendente dalla equazione $z = x^n$, ed il punto B dell'altra curva simile procedente dalla espressione $c - z = B \cdot y^n$. Lascio da parte le iperbole, parendomi impossibile quel sistema di cose, in cui poste eguali le masse, fossero le forze in qualunque ragione inversa moltiplicata delle velocità; di modo che quanto la velocità crescesse, altrettanto la forza calasse, diventando infinita, quando la velocità è nulla; ed infinitesima, qualora la velocità è infinita.

Descrivete dunque le parabole, ci compariranno esse sotto varj aspetti conciossiachè o due rami parabolici, come nelle figure 37, 38 abbraccieranno l'asse, ed all'abscissa positiva risponderanno due ordinate con segni diversi; ovvero procederanno i due rami con direzioni contrarie, come nella parabola cubica, ed in altre dello stesso genere delineate nella figura 40., o finalmente ambi i rami si stenderanno da un sol lato dell'asse, come nella figura 42, e 43.

Le abscisse z di quelle curve locali, che vogliamo descrivere, si prendono uguali all'ordinate crescenti della parabola DAd, e le ordinate z si fanno eguali all'applicate corrispondenti dell'altra parabola CBc. Nel punto A l'indeterminata x è sempre nulla, e la coordinata AC $= y$ è sempre data: all'opposto nel punto B l'abscissa $x = BD$ è data, e l'applicata $y = 0$. Negli altri punti le cose si vanno variando conforme i casi.

E perchè nelle due figure 37, e 38 la nostra curva è talmente ristretta fra certi limiti, che non può avere nè abscissa maggiore di BD, o Bd, nè applicata più grande di AC, Ac, senza che per un verso, o per l'altro incontriamo quantità immaginarie; egli è manifesto, che la costruzione ci dà una spezie di Ellissoide, i semiaassi della quale saranno eguali alle due rette AC, BD. Veggasi la figura 39, in cui si prende il punto a per origine delle abscisse $z = x$. Nel caso secondo presa per mano la figura 40., e

cavata da essa la costruzione della curva da noi cercata, il suo andamento ci viene messo sotto gli occhi dalla figura 41. Alle ascisse ae negative $= -x$ rispondono le applicate $+y$ positive, che vanno tutte a terminare nel ramo bf , che all'infinito si stende. C'è poi l'altro ramo bc , che taglia l'asse nel punto c , e fra i due limiti a, c tanto le ascisse quanto le ordinate sono positive: al di sotto dell'asse continuando il predetto ramo all'infinito, sono positive le ascisse ag maggiori di ae , ma negative le applicate.

Il terzo caso ha relazione alle figure 42, e 43, e ci somministra la curva della figura 44, nella quale ad ogni ascissa positiva, eccettuati solamente i due punti a, c , convengono due ordinate parimente affermative.

Che se per avventura si facesse l'esponente $n = \frac{1}{2}$ la nostra curva sarebbe una parabola Apolloniana toccata dall'ascissa ae nel punto c , e dall'ordinata ab nel vertice b .

IV.

Dal combinamento delle due equazioni (5^a), e (6^a) si fa nascere la seguente. $A. a^n - A. x^n = \frac{B. y^n - B. b^n}{A. a^{n-1} - A. x^{n-1}} \quad B. y^{n-1} - B. b^{n-1}$, su cui fatta l'osservazione, che

tanto i numeratori, quanto i denominatori delle frazioni anno un comun divisore, si perverrà ad un'altra espressione locale più bassa d'un grado: per ciò dividendo il primo membro per A , indi per $a - x$; ed il secondo prima per B , e poscia per $y - b$, avrassi la formula più semplice per quello appartiene al grado; ma più composta per la moltitudine de' termini; i quali talvolta saranno innumerabili, mentre l'esponente n sia una quantità negativa, o una frazione, ed all'incontro finiti, posto n un numero affermativo, ed intero.

$$(7^a.) \frac{x^{n-1} + a.x^{n-2} + a^2.x^{n-3} \text{ ec.} + a^{n-1}}{x^{n-2} + ax^{n-3} \text{ ec.} + a^{n-2}} =$$

$$\frac{y^{n-1} + by^{n-2} + b^2.y^{n-3} \text{ ec.} + b^{n-2}}{y^{n-2} + b.y^{n-3} \text{ ec.} + b^{n-2}}$$

In qualche congiuntura potrà accoppiarsi colla 6^a . l'equazione 7^a , onde spesse fiare si conseguisca una più netta, ed elegante costruzione.

Per conseguire l'intento, giusta il fine che ci siamo proposti, colla maggior facilità, gioverà supporre, che il corpo B avanti l'urto sia in istato di quiete; la qual posizione in qualunque caso agevolmente si ottiene collocando le due palle A, B in una Nave, che cammini con velocità pari a quella della sfera B , ma con contraria direzione. Nè l'ipotesi pregiudica punto alla soluzione, che si rende generale, ogni qual volta alle velocità delle due palle dopo la percossa s'aggiunge, o si leva la velocità costante impressa al vascello.

Ora

Ora sia per cagion d'esempio l'esponente n un numero positivo, ed intero, e posto $B \equiv mA$, facciamo uso delle formule (6°), e (7°) riducendole al caso nostro nella seguente maniera.

$$(8) a^{n-1} - x^{n-1} = m \cdot y^{n-1}$$

$$(9) \frac{x^{n-1} + ax^{n-2} + a^2x^{n-3} \text{ ec.} + a^{n-2}}{x^{n-2} + ax^{n-3} \text{ ec.} + a^{n-3}} = y$$

Prima di passar oltre è necessario considerare la natura della curva corrispondente all'ultima equazione. Egli è certo, che fatta l'ascissa $x = 0$, l'ordinata y si trova $\equiv$ alla costante a , che si può assumere per unità, e fissata nel punto A (Fig. 45.) l'origine delle ascisse, la prima applicata farà $AB = a$. Crescendo poi positivamente l'abscissa variabile AL espressa per $+x$; crescerà altresì affermasivamente l'ordinata LK contrassegnata per $+y$; cosicchè la curva avrà il ramo BD, che all'infinito si stende, ed a cui serve di assintoto la retta AE piegata verso l'asse AC ad angolo semiretto. Per continuar poi la curva, e determinare le ordinate relativamente all'ascisse negative, è da notarsi, che se l'esponente n sarà un numero pari, farà altresì pari il numero de' termini, che compongono il numeratore della frazione; laonde s'io metterò $x = -a$, tutti ed i termini, che avranno alternativamente i segni del più, e del meno si distruggeranno, e l'espressione si ridurrà alla seguente, $0 = y$. Discenderà pertanto la curva verso l'asse, col quale si con-

$\frac{a}{a}$

giungerà nel punto F, onde sia $AF = AB$; distendendosi poscia in infinito col ramo FG, il cui assintoto non è diverso dalla retta EA prorogata al disotto verso H.

E perchè tenendo ferma la supposizione, che l'esponente n sia un numero pari, egli è necessario, che nella equazione (8°) diventi dispari l'indice della dignità $n-1$; per delineare la curva nascente dalla suddetta formula, giacchè in tale circostanza i rami parabolici camminano con direzioni opposte, dobbiamo ricorrere alla figura 40., dalla quale si deriva la curva della figura 41, che va raccozzata con quella della figura 45.

Quindi addossato asse ad asse, ed il punto a al punto A, vedremo, che ponno esse curve intersecarsi o nel punto B, quando sia $ab = AB$, e conseguentemente uguali le masse de' due corpi messi in azione: ovvero fra i due punti B, F per esempio in I, ed allora essendo ab minore di AB la palla B sarà maggiore di A, o finalmente in qualche sito del ramo BD come in K, ogni qual volta ab sia più grande di AB, ed il corpo B più picciolo di A. Lasciate cadere dalli punti d'intersecazione I, K le ordinate IM, KL.

Nel primo caso avremo la velocità $x = 0$, e la velocità $+y = AB$, cioè quella stessa, che prima della percossa risiedeva nel globo A, il quale restando immobile dopo l'urto, comunica la sua velocità intiera alla palla B.

Nel

Nel secondo caso il corpo B maggiore di A procede colla celerità positiva $MI = +\gamma$ giusta la direzione del corpo A, e questo torna indietro colla velocità $AM = -x$.

Nel terzo caso essendo la massa A più grande di B, ambo essi corpi s'incamminano verso la medesima parte con velocità affermative, il primo colla celerità $AL = +x$, il secondo colla celerità $LK = +\gamma$.

V.

Sin qui non so scoprire inconveniente di sorta alcuna, e trattarne qualche alterazione, che dee indispensabilmente introdursi nelle accennate velocità a causa della diversità delle leggi, la distribuzione de' moti si fa poco presso nella stessa maniera, che si vede praticata dalla Natura: nè di ciò abbiamo a maravigliarci; conciossiachè la legge, per cui si regola il presente sistema di cose, è la più semplice fra quelle, che considerate si sono, tramutandosi solamente in tante linee rette le curve tutte, che miransi nello sche-ma delineate.

Non così succede in cangiando ipotesi, e facendo l'esponente $n =$ ad un qualunque numero impari; perchè dagli assurdi, che in progresso si renderanno manifesti, verremo in cognizione, che queste leggi non trovan luogo in sistemi ben regolati, e che debbono assolutamente escludersi, come impossibili a mettersi in esecuzione. Ripigliata l'equazione (9^a.) il numeratore della frazione consta d'un numero dispari di termini, ed all'incontro d'un numero pari il denominatore. Fatta per tanto $x = -a$, l'espressione si tramuta in un'altra $\frac{a}{0} = \gamma$, e l'ordinata al punto F (Fig. 46.) tanto al

di sopra, quanto al di sotto dell'asse AF diventa infinita. Quindi posta $AB = AF$, e piegata la retta EAH ad angolo semiretto; la parte DBN superiore della curva resta abbracciata dagli asintoti ER, RS, e l'inferiore GOP dalle stesse rette asintotiche verso H, e Q prorogate.

Avuto poi riguardo alla formola 8^a., in cui l'esponente $n = 1$ è un numero pari, farà di mestieri porre mente alla posizione dei rami parabolici nella figura 37, o 38. per costruire la seconda curva locale, che non sarà diversa dall'ellissoide della figura 39. Sovrapponendo dunque asse ad asse, ed il punto a al punto A, il punto e caderà sopra il punto F; ma il vertice b dell'ellissoide potrà congiungersi col punto B, o montare al di sopra, o stare al di sotto, secondo la varia determinazione della coefficiente m .

Se i due corpi A, B faranno pari di massa, avremo la linea $ab = AB$ e l'ellissoide col suo apice b toccherà nel punto B l'iperboloide DBN, e così avrassi la velocità $x = 0$, o la velocità $y = AB$, e da ciò si deduce che dopo l'urto la palla A resterà immota, e la palla B camminerà colla celerità primitiva a per la direzione del moto, come appunto succede in fatto, tutto che la Natura si serva di leggi diverse.

Se poi la palla A fosse minore della B, e la retta ab minore altresì di AB, avendosi in tale incontro a far uso della ellissoide ottusa; è cosa chiara, che

non arrivando questa a tagliare in verun punto la curva DBN, i valori delle due velocità x, y appartengono alla classe delle quantità immaginarie, le quali non trovandosi scritte nel libro della Natura, ci fanno vedere, che dalla legge assunta ne segue, che non si farebbe mai comunicazione di moto, quando un corpo con qualche velocità urtasse in un altro di se maggiore.

Finalmente se sarà AB minore di ab , onde la massa A superi la massa B, l'ellissoide acuta, che a questo terzo caso soddisfa, taglierà l'iperboloide nei due punti per esempio K, ed I, da' quali lasciate cadere le due ordinate KL, IM, accaderà, che si abbia un doppio valore di x , il positivo AL, ed il negativo AM, ed in oltre due valori di y LK, MI ambi affermativi. La Natura pertanto sarebbe indifferente, ed ambigua, non essendoci motivo, per cui la palla B dovesse camminare colla velocità positiva KL, piuttosto che colla celerità IM: e quel che è peggio s'accresce l'ambiguità, e l'incertezza nel moto della palla A, non essendoci modo di determinare nè la sua velocità, nè la sua direzione; perchè nel tempo stesso sarebbe obbligata a correre con due celerità AL, AM direttamente contrarie.

VI.

Impiegherò poche parole nell'esaminare gli altri casi più composti, quando cioè ci piacesse d'esporre la forza viva d'un corpo in moto per la massa moltiplicata in una potestà imperfetta della velocità. Già si sono generalmente considerate le curve corrispondenti alle due formule (x^2) e (x^3), le quali supposta la quiete del corpo B $= m A$, si riducono alle più semplici

$$(X^2) a^2 - x^2 = m.y^2$$

$$(XI^2) a^3 - x^3 = m.y^3$$

Di queste abbiamo presentemente a valerci; perchè il primo membro della equazione (IX^a) consta di termini infiniti, ogni qual volta l'esponente n s'esprime per una frazione. Ora questo numero rotto esser dee per le cose già dette positivo, e maggiore dell'unità; acciocchè l'indice $n-1$ dell'altra equazione (XI^a) non sia una quantità negativa. In tre differenti circostanze si accozzano le curve, secondo che il numeratore, ed il denominatore della frazione si vanno diversificando: il primo può esser pari, ed il secondo impari; può succedere tutto all'opposto, e ponno esser ambi dispari.

La prima, ed ultima posizione richiedono, che si congiunga insieme l'ellissoide della figura 39. colla curva della figura 41, come si vede fatto nella figura 47., da cui si ricava, che se il corpo A è minore di B, il primo retrocede colla velocità am , ed il secondo cammina avanti colla celerità mi : se sono eguali, A si ferma dopo l'urto, e B procede colla velocità primitiva ab ;

ab: se finalmente A è maggiore di B, proseguiscono ambo il loro viaggio giulta la direzione del moto, uno colla velocità *al*, e l'altro colla velocità *lk*. Amendue queste ipotesi da qual si sia inconveniente non si manifestano accompagnate.

Alla posizione media, nella quale il numeratore della frazione è di spari, e pari il denominatore, satisfanno due curve accoppiate insieme, ognuna delle quali è dell'indole, e dell'andamento di quelle, che ci vengono rappresentate dalla figura 44. Veggasi la figura 48.; e si noti che se le masse A, B sono eguali, succede ciò, che si verifica negli altri casi fin ora considerati: ma se sono ineguali quantunque A sia minore di B, procedono ambo verso la stessa parte, il primo colla celerità *am*, il secondo colla celerità *mi*, nè si dà mai il caso, che la palla A sia obbligata a tornar indietro; da che io conchiudo, che questa sorta di leggi porterebbe un ordine di cose talmente modificate, che i corpi dotati di forza di molla fossero d'una natura di mezzo fra i molli, e gli elastici del nostro sistema. Si uniformerebbono con gli elastici, perchè gli uni dagli altri dopo la percossa si staccerebbero; e parteciperebbono della proprietà de' molli; perchè non farebbero a riflessione soggetti.

VII.

Dopo tutte queste osservazioni io dico, che dalle stesse non apparisce la ragione, per cui (escluse tutte quelle leggi, che tirano a manifesta contraddizione) la Natura non potesse mettere in opera una di quelle, che ad alcun assurdo soggette non sembrano, e specialmente quando l'esponente *n* fosse un numero intero, e pari. Si vede in fatto adoperata la più semplice fra queste, in cui l'indice *n* al binario s'eguaglia.

Chi per procedere più generalmente volesse far uso delle due formule 5^a , e 6^a , e valersi delle curve da esse nascenti, e poi confrontasse la sua soluzione con la più semplice, di cui mi sono servito; troverebbe per cagion d'esempio, che laddove le mie curve determinatrici del Problema si tagliano in un punto solo, come nella figura 45. le curve da lui adoperate, si taglierebbero in due punti diversi, ai quali corrisponderebbero due differenti abscisse, e due differenti applicate. E ciò potrebbe recare ambiguità, e sospetto d'errore a chi non è ben pratico di queste astruse ricerche. Ma perchè la Geometria non si contraddice, sappia, che i due punti d'intersecazione altro non significano, se non che uno ci dà colle coordinate ad esso spettanti le velocità cercate dopo l'urto de' corpi, e l'altro quelle già note, con cui procedevano i corpi stessi prima della percossa. Fra queste velocità ci è una corrispondenza tale, che se i corpi dopo la prima collisione si riflettessero, e tornassero a riunitarsi, si restituirebbono, compiuta che fosse la seconda azione, le due velocità primitive.

LIBRO TERZO

Dei Metodi della Fisica.



CAPITOLO PRIMO.

Dei metodi degli Antichi.

I.

LUnga, e forse poco giovevole fatica durerebbe colui, che dai libri, che ci rimangono, si accingesse a cavar fuori i metodi differenti, di cui si sono servite le vecchie filosofiche Famiglie, per separare il vero dal falso, e per iscoprire le più segrete, e maravigliose operazioni della Natura. Ma giacchè, a detta di Plinio, *plenum est ingenii pudoris fateri per quos profeceris*, fa d'uopo confessare, che siamo grandemente obbligati agli antichi Sapienti, ed in ispezie ai Greci, i quali ci anno, per così dire, aperti gli occhi della mente, e col loro esempio stimolato a filosofare. Accordo, ch'eglino sieno entrati con piede franco nel vasto mondo del sapere, viaggiandolo a parte a parte, e dividendolo in tante provincie, quante sono le Scienze. Convengo altrisi aver loro stabiliti i primi fondamentali principj delle nostre cognizioni, e sparsi degli ottimi semi, i quali ben coltivati anno partorito in ogni tempo un qualche frutto, nè si dee credere, che in avvenire sieno per essere affatto sterili.

Ciò non ostante alcuni de'nostri Moderni, i quali si piccano di ragionare a tutto rigore, tolte per mano le deduzioni, e i discorsi de' buoni Vecchi pensano, e generalmente non pensan male, che questi abbiano di soverchio allentato il freno ai loro ingegni, e sieno trascorsi per sentieri obliqui, ed incerti, a tal che si desiderano frequentemente nei loro scritti esattezza di raziocinio, unità, e coerenza di sistema, e molto più agguftatezza di metodo. Metto da canto le varie, e spesse fiate strane opinioni, molte delle quali appena spuntate inaridirono, alcune di più lunga durata tuttavia sussistono, ed altre nate e cresciute, e poscia morte e sepolte, ai giorni nostri risorgono.

Nel

Nel passato secolo Piero Gassendo si fece a ristorare la Filosofia di Epicuro, e quelle dei Fisici anteriori, ed in specie d'Anassagora Claudio Berigardo. Il Cartesio trasportando nelle sue opere tutto ciò, che di bello, e di buono ha egli creduto esserci nella dottrina Antichità, si è molto arricchito delle spoglie altrui, e negli ultimi tempi il Leibnizio ha rinnovato alquante sentenze Peripatetiche già da' migliori Filosofi abbandonate: la qual avventura dovrebbe esser aggiunta al Trattato della varia fortuna d'Aristotele.

II.

Il mio istituto m'obbliga a trattenermi alquanto su i metodi, ed entrando in materia, piacemi di separare in due cori principali le Sette filosofiche dei Greci, cioè a dire in Settici, ed in Dommatici. E quanto ai primi: qual costrutto si caverà mai da costoro a nostro proposito, mentre egli non a sola pompa d'ingegno, cred'io, ostinatamente asserivano nulla potersi sapere giammai, e che tutti i passi mossi dall'intelletto umano nella strada delle scienze erano scarsi, ed inutili. Accusavano i sensi di fallacia, e di cecità la ragione, e negavano esserci metodi per rintracciare la verità, e criterj per discernerla. Quindi mettendo a fascio il certo col dubbio, il vero col falso, il dimostrato col probabile, si mostravano costoro sempre pronti a gaviillare, a piatire, ed a declamare in favore di qualunque opinione: tentando di rendere ugualmente verisimile l'una, e l'altra parte della contraddizione, lo che non potevano mai conseguire, se non se per via di vane arguzie, d'inetti sofismi, e di meschine equivocazioni.

Gittavansi dal lato totalmente opposto i Dommatici, i quali quasi che il sapere consistesse in saper tutto, si credevano di scapitare nella filosofica riputazione, ogni qual volta a qualunque astruso quesito, ed a qualsivoglia recondito ed oscuro fenomeno non appiccavano una risoluta, e decisiva spiegazione. Erano costoro in moltissime Sette divisi, le quali tutte a due principali ponno comodamente restringersi: conciossiachè alcuni, come i Discepoli di Democrito, e di Epicuro, si compiacquero d'una soggia semplice, e popolare di discorrere, ed altri principi non ammisero, salvo che la materia estesa, e corredata di alcune sue proprietà, cioè a dire, figura, durezza, e moto. In ordine a ciò l'unico metodo, di cui potevan valersi, per dilucidare le naturali apparenze, era di procedere per via di meccaniche supposizioni, applicando ai varj generi degli effetti, siccome vere, ed immediate cagioni, quelle congrue strutture, che meglio ai fenomeni convenire si persuadevano. E perchè questa strada è stata battuta da' moderni Atomisti, e Cartesiani, mi occorrerà di ragionare a lungo a qual termine essa ci guidi, e sebbene mostra d'essere a prima vista spedita, e piana, non per tanto farò vedere, che appunto la troppa facilità del viaggio ha fatto deviare i Fisici oltremodo vaghi delle ipotesi dal retto cammino della verità.

III.

III.

Mi rivolgo a quegli Antichi, che nella scienza naturale concetti astratti, ed idee metafisiche a larga mano introdussero, in ciò seguitati, nè saprei dire lo perchè; dai recenti Leibniziani, i quali a forza di cercar novità, nelle vecchie sentenze, e presso che abbandonate finalmente son ricaduti. E' molto malagevole impresa il tener dietro passo passo alla Natura, e penetrar ben addentro nelle sue segrete operazioni, avendosi a durar fatica nell'istituire gli esperimenti necessari, in confrontarli, e in purificarli. Appreso fa d'uopo dedurre quelle conseguenze, che opportunamente vengono a festa per lavorare un sistema, illustrandole con sottili, e sodi discorsi appoggiati ai legittimi principj della Fisica, ed anche frequentemente ai canoni della Geometria, e dell'Analisi. Del retto, e sincero modo di filosofare se ne ha qualche bel saggio nelle opere, e nelle memorie, che ci rimangono degli antichi Matematici, e specialmente in Euclide, e in Archimede, ma appena se ne scorge vestigio nei Capi delle più rinomate Scuole, i quali per lo più mal forniti di Geometria, e poco pratici della Naturale Storia, posero tutto lo studio nell'inventare un linguaggio filosofico alieno dal comunale, e spesse fiate inintelligibile, per cui ad ogni quistione si desse una pronta risposta: tanto vero esser facile il fondare le Scienze sulle parole, e difficilissimo sulle cose. Quinci nacquero al mondo i misteriosi vocaboli di qualità, di virtù, di forma, di facoltà, d'istinto, d'orrore, e che so io, o soverchio astratti, o metaforici, che insinuandosi appoco appoco, secondo il predominio tal volta d'una Setta, e tal volta d'un'altra, nelle Scienze tutte, e per fino nella Giurisprudenza, nella Teologia, e nella popolare favella, furono i semi di ostinate ed immortali altercazioni. Le suddette voci, che risvegliano idee troppo generali, e confuse, applicate alla Fisica per lo più esprimono le cagioni ignote degli effetti già conosciuti, ed adombrano in un certo modo la necessaria corrispondenza, per cui la causa, e l'effetto scambievolmente si riguardano. Adoprate per tanto colla debita cautela, frequentemente vengono ad uso, conciossiachè se il fenomeno è quanto basta messo in chiaro, servono per abbreviare il discorso, ed un semplice tocco è sufficiente per richiamare alla memoria l'esatte, e limpide cognizioni del nostro intelletto per avanti acquistate. All'incontro quando delle cose siamo all'oscuro, ci vuol altro, che valersi di espressioni generiche, a cui rispondono concetti mal distinti, ed astratti, i quali in vece d'aggiugner lume, accrescono il buio: ed in questo secondo caso amerei meglio usare le maniere popolari di dire, piuttosto che certe formole scientifiche, le quali bene spesso anno bisogno di chiostro, ed adattandosi secondo le occorrenze a differenti soggetti, cangiano significato, e portano con seco frequenti equivocazioni, ed ambiguità.

IV:

Messi per ora da canto gli Atomisti, se mal non diviso, pare a me, che certe Sette come i vecchi Accademici, i Peripatetici, gli Stoici, volendo entrare nei confini della Fisica, non potessero regolarli altrimenti, che col trasportare nella Scienza naturale i principj, ed i raziocinj tolti in prestanza dalla prima Filosofia, e col confondere insieme le due menzionate facoltà, adattando le astrazioni, e le pure idee intellettuali ai fenomeni, che soggiacciono alla giurisdizione dei sensi. Appena gittato l'occhio sulla Natura, e sulle parti primarie dell' Universo, con pochi, e poco fecondi metafisici assiomi alla mano si diedero coraggiosamente a filosofare.

Egli è vero, che intorno le materie fisiche sono molto scarse, e tenui le nostre cognizioni; ma gli antichi incomparabilmente manco di noi ne sapevano. Ignoravano eglino le massime particolari, e gl'immediati principj di questa scienza, le leggi fondamentali della Natura, i canoni della comunicazione del moto, la Teorica delle forze vive, e morte, il Sistema dei Cieli, e cento altre cose, da cui la diligenza, e la sagacità dei moderni ci ha data una puntuale contezza. Senza cotali sussidj qual sublimità, qual acutezza d'ingegno può mai muovere un passo? Non abbiamo dunque a fare le meraviglie, se i vecchi libri dominano i pensamenti metafisici, e le parole vuote di senso: se vi si rinvencono opinioni mostruose cavate dal fondo della immaginazione, e dedotte da principj egualmente stravaganti, e se vi si veggono piantate prima le conclusioni, indi cercati gli argomenti, onde comprovarle, i quali spesso fiate nè punto nè poco convincono. Appreso regna quasi da per tutto la perplessità, e l'incertezza, e massime nelle quistioni particolari, alle quali manchino, o non manchino i dati, con più d'una spiegazione si tenta di soddisfare. Ce ne somministra l'esempio il libro dei Problemi, che ad Aristotele attribuire si suole, in cui propongonsi de' curiosi quesiti, e per la maggior parte insolubili, e non ostante ciò replicando un forse, se ne danno francamente due o tre soluzioni, delle quali una sola può esser la vera, se pure non sono tutte del pari false, e di cui tanto poco si fida l'Autore, che quale vada preferita non si arrischia a decidere. Aggiungo ch'essendo i Fisici antichi mal pratici della Storia della Natura, ed affatto imperiti nell'istituire le sperienze, e le osservazioni per difetto d'attenzione, e de' necessarij strumenti, non si dee prestar loro intiera fede, ogni qual volta in prova di qualche detto allegano la testimonianza de' sensi. Era così gagliarda in esso loro la preoccupazione in favore delle proprie sentenze, che tal fiata giunsero ad ingannare se medesimi, credendosi di vedere ciò, che in fatto non vedevano. Potrei addurne innumerabili esempi, alcuni de' quali sono talmente manifesti, e palpabili, che sembra a gran pena possibile, che i buoni Vecchi sienfi lasciati tanto patentemente deludere. Basti per tutti il famoso e più volte ripetuto *Videmus* dello Stagirita, troppo spesso convinto dal Galileo o di menzogna, o d' inavvertenza. Giudicava Aristotele che due corpi della stessa materia, e di mole diversa cadenti dal medesimo punto

punto di sublimità in tempo pari misurassero spazj tali, che fossero in proporzione delle grandezze; ed in oltre, che supposti eguali i volumi, gli spazj passati serbassero la ragione delle specifiche gravità. Stabilisce egli le due immaginate regole col suo consueto *Videmus*, e secondo la testimonianza degli occhi suoi, lasciati piombare due sassi uno di cento libbre di peso, e l'altro d'una dalla sommità d'una torre alta dugento piedi, mentre il primo già tocca terra, il secondo si è discostato dalla cima per due soli piedi: e pure gli occhi nostri lavorati certamente sulla simmetria di quei d'Aristotele ad evidenza ci mostrano, che il sasso piccolo non resta indietro dal grande per più di due, o tre piedi; e ciò a cagione della resistenza dell'aria, che alla pietra minore fa rispettivamente più gagliardo contrasto, di quello faccia alla maggiore. Che dunque abbiamo a dire, mentre ci si affacciano esorbitanze di tal fatta? Io per me direi, che al Maestro di coloro, che fanno, non è mai passato per mente di consultar l'esperienza, e ch'egli ha affermato con asseveranza ciò, che non s'era curato di vedere, stimando, che il senso non potesse mai dare una mentita al suo perspicace intelletto.

V.

Le premesse compendiose notizie ci serviranno di lume per discernere qual profitto trarre si possa dai vecchi metodi nelle fisiche investigazioni. E prima d'ogni altra cosa è da sapersi, che le Scuole Peripatetica, e Stoica, ambe rami della Socratica stabilirono siccome basi di tutte le verità, che dalla mente umana ponno scovrirsi, la definizione, la divisione, e le regole per rettamente discorrere. Di questi e tre, ch'io non so se debbano chiamarsi o principj, o criterj, perchè conforme le differenti occasioni prestano l'uno, e l'altro uffizio, tennero un grandissimo conto i menzionati antichi Filosofanti, e non senza gagliardi e giusti motivi: conciossiachè avendosi a maneggiare un subbietto, primieramente fa di mestieri renderselo per così dire familiare, e domestico, separarlo dagli altri, ristignerlo fra suoi confini, ed indagare ciò, che in esso c'è di comune, e ciò che c'è di particolare: dai quali fonti scaturisce la definizione, che anch'essa si definisce una chiara, e breve spiegazione della cosa. Dopo ciò egli è necessario considerare attentamente, se l'idea generale espressa per la definizione abbraccia, e comprende sotto di se alcuni particolari in qualche modo diversi, a parte de' quali compete una proprietà, che agli altri non può adattarsi, onde nascano differenti giudizi, e varj giri di raziocinj: in tali circostanze ha luogo necessariamente la divisione. A cagion d'esempio concepita quanto basta la natura del moto locale, cioè a dire del transito dei corpi da un luogo all'altro con una succelliva applicazione a tutti i siti di mezzo (avvegnadiochè non occorre logorarsi il cervello in cercare una definizione più magistrale) subito ci cade in pensiero di distinguere i movimenti in assoluti, ed in relativi, in uniformi, ed accelerati, o ritardati, in rettilinei, ed in quelli, che per linee curve procedono. Queste distribuzioni non sono oziose ed inutili; imperocchè le differenti sorti dei moti a differenti

passioni soggiacciono, per rintracciare le quali a diversi principi fa di mestieri ricorrere. Quì gioverà ammonire il Lettore, che le divisioni, che a prima vista ci si affacciano, non sono le più utili, nè le più maestrevoli; avvegnachè spesse volte si divide, e si suddivide, e la cosa minutamente si spezza, senza punto badare dove vada a rinscir la faccenda, succedendo talora, che le studiate partizioni, le quali ingombrano la memoria, nell'atto di maneggiare il soggetto non cadano in taglio, e non vegna mai il caso, che di esse abbia a farsi menzione. Nelle divisioni hasti a procedere con cautela, e con parsimonia, e non deono introdursi, se non se quando o sono necessarie, o almen profittevoli. Quinci le più magistrali, e le migliori son quelle, che per viaggio s' incontrano, e dalla materia, che si ha per le mani, ci vengono passo passo somministrate. Con queste si separano l'idee, e nelle loro classi si dispongono, e si consegue il beneficio di non comprendere sotto un solo concetto cose, che vogliono essere indispensabilmente congiunte. Chi si farebbe immaginato, che assunta una grandezza ad arbitrio in figura d'unità, ci fossero per rapporto ad essa quantità razionali, assimetre, e trascendenti, e forse d'una quarta specie, alle quali si potrebbe dare il nome d'ipertrascendenti, e che sotto ognuno de' suddetti generi si contenessero magnitudini infinite d'indole onninamente diversa. Di più non farebbe caduto in pensiero a chi che sia, che oltre le grandezze finite ci fossero ordini innumerabili di quantità infinite, ed infinitesime. E pure le premesse distribuzioni, che con un lungo giro di raziocinj si sono andate appoco appoco scoprendo, anno perfezionate le scienze Matematiche, e conseguentemente la Fisica. Per ultimo circa la maniera di retamente raziocinare posero uno studio indefesso i Greci Sapienti, a fine di ribattere le vanità de' Sofisti, e de' Settici; da quali erano continuamente vessati, ed a forza d'altercazioni sviati dalla ricerca della verità. Su tal materia in più trattati scrisse accuratamente Aristotele, e gli Stoici in segregare le buone dalle cattive illazioni giunsero per fino alla superstizione. Ma di sì fatte regole fecero pochissimo conto gli Epicurei, e perchè la ragione, di cui l'uomo è fornito, è germana maestra de' nostri discorsi; e perchè rarissime fiate si pecca in ciò, che si chiama la forma dei sillogisimi, ma bensì frequentemente nella materia. I Matematici ignari per lo più de' canoni logicali, non ostante ciò legittimamente dai lor principj chiari, ed incontrastabili tirano le conseguenze; e se talvolta inciampano in qualche paralogismo, nasce ciò da tutt'altra cagione, che dall'aver trasgredite le regole della Logica. In quello mentre non si spende inutilmente il tempo, e la fatica in appararle. Sono esse verità fondamentali, ed invincibilmente dimostrate; laonde siccome tali ignorarsi non debbono, ed appresso servono alle volte a rettificare i nostri divisamenti, ed a convincere gli ostinati.

VI.

Mi faccio un passo indietro, ed aggiungo qualche avvertenza circa il buon uso delle definizioni. Se ne contano di tanti generi, che di tutti ap-
pe-

pena si può fare commemorazione. Le più perfette, e magistrali quelle si reputano, che procedono per via di genere, e di differenza, e fra le fisiche si dà la preferenza a quelle, che abbracciano tutte e quattro le specie delle cagioni. Ce ne sono di privative, e di negative: alcune importano relazione, altre s'appoggiano a qualche proprietà: per ultimo suole benespesso spiegarli la cosa, aggregando parecchie particolarità, che nel suo essere la costituiscono, ed accoppiate insieme da tutte le altre cose la separano. Ma di ciò nel libro primo ho favellato abbastanza. Presentemente io distinguo le semplicissime, primarie, ed originali idee dalle complicate, nelle quali o le primigenie si uniscono, o si limitano, o si estendono. Quelle non ammettono definizioni; imperciocchè essendo a tutti notissime, per risvegliar le nella mente altrui, basta proferire il vocabolo, con cui si esprimono. Chi si è presa la briga di diffinire il tempo, lo spazio, il moto, il luogo, e che so io, in vece di rischiarare la faccenda, l'anno offusca, o valendosi di termini oltremodo generali, o mettendo in cambio della diffinizione una voce sinonima. Ordine de' successivi vien chiamato il tempo dal Leibnizio, e lo spazio ordine de' simultanei. E chi non vede che la prima diffinizione è un giuoco di parole; perchè chi dice successione, dice tempo; e che la seconda è oscura; avendosi ancora a determinare di qual ordine sieno le cose simultanee, che lo spazio riempiono, e restando a decidersi la gran questione, se diali spazio senza corpo.

VII.

Quantunque volte poi si prende a comunicare a chi ci ascolta una qualche idea del genere delle composte, che nell'animo nostro ci siamo precedentemente formata; per ottenere, che una similissima nell'intelletto dell'uditore s'imprima, onde si vada d'accordo nei divisamenti, e nelle conseguenze, che passo passo se ne deducono; non basta far uso del vocabolo consueto, e comunale, per cui la cosa suol dinotarsi, ma fa d'uopo premettere una schietta, ed esatta diffinizione di nome. E vaglia il vero, sebbene le cose non si mutano, e ad altre vicissitudini non soggiacciono, salvo che a quelle, che dalla Natura vengono ad esse inalterabilmente prescritte; così però non succede, qualora nella nostra mente le loro immagini si dipingono. L'intelletto umano ne' suoi concepimenti imperfetto non ha lena sufficiente, per esaurire con una sola occhiata gli obbietti. Quindi dee necessariamente per così dire smembrarli, e considerandoli a parte a parte, andar passo passo quelle dimezzate nozioni acquistando, sulle quali i suoi ragionamenti si fondano. Tutti gli uomini, e specialmente i Filosofi, che sovra i popolari pensamenti s'innalzano, anno una piena giurisdizione di allargare, di restringere, e di modificare le loro scientifiche idee secondo lo scopo, che si prefiggono: ma bisogna indispensabilmente farne avvertiti gli ascoltatori; altrimenti chi della cosa medesima si formerà in testa un concetto, e chi un altro totalmente diverso, ed in tal guisa guardando gli uni da un lato, e gli altri dall'altro, è impossibile, che nelle stesse proposizioni convengano. Da questo fonte principalmente derivano i contrasti, le dis-

pute, le altercazioni, che non finiscono mai, e nelle scuole sofistiche dai maestri agli scolari per eredità si trasmettono. Nelle verità nascenti dalle idee semplici, si vede per quotidiana esperienza, che vanno d'accordo i zotici, e gli svegliati, i dotti, e gl'ignoranti: ma quando c'entra la complicazione, insorgono subito i dispareri, e le controversie. E le gli uomini della stessa stessissima cosa auno, o possono avere la medesima idea (avvegnachè se così non fosse, eglino non farebbono mai nelle loro opinioni conformi) è manifesto, che dalla mala intelligenza proviene il disordine, tolta di mezzo la quale ci sarebbe almanco nel mondo letterato maggior uniformità di sentimenti.

Per la qual cosa si fa palese quanto importanti, anzi quanto sieno onninamente necessarie le definizioni del nome. Quelle, che si dicono della cosa, spargono i primi semi delle discordie: all' incontro col buon uso di queste le dissensioni si acquetano, massimamente quando a fare si ha con un lettore giudizioso, e discreto. Pigliandosi per mano un libro bisogna leggerlo con rassegnazione, e col proponimento di conformarsi alle idee, ed all' intenzione dello Scrittore. Chiunque agli anteriori suoi concepimenti tenacemente aderisce, ed a quelle dell' Autore surrogando le proprie idee, con tale ingiusta bilancia ne petà i raziocinj, oltrechè dalla lettura delle opere altrui non trae profitto, trova ad ogni passo da gavillare, e da contraddire. Scioè bene spesso accade, alla esperienza me ne rapporto. Non niego già, che i più valenti Maestri tal fiata inciampino, e che non sempre camminino con franco piede: ma bisogna prima ben intenderli, e penetrare ben addentro nell' interno delle loro meditazioni, e poscia o lodarli con ingenuità, o colla debita modestia correggerli. Ottimamente S. Agostino i suoi leggitori ammonisce: *Si quis pariter certus est, pergat mecum, si quis pariter hesitat, dubitet mecum, si errorem suum agnoscit, redeat ad me, si meum, revocet me.*

Anche nelle diffinizioni di nome, scbbene pajono puramente arbitrarie, tutta via si pecca. Alle volte si abusano i termini, adoperandoli o troppo generali, ed astratti, o pure oscuri ed inintelligibili, ovvero ambigui, ed equivoci. La significazione soverchio ampia, che a molte nozioni s' estende, non ne determina alcuna in particolare, e la dubbiosa, e perplessa ci lascia incerti, o confusi, ed i vocaboli, che non s' intendono, non risvegliano nella mente le idee, e soltanto con un suono vano le orecchie ci pervuotono. Avendosi dunque a comporre una diffinizione di nome, facciasì scelta di parole chiare, schiette, ed accostumate, prendendole o dalla comune favella, o valendosi di quelle, che nelle scienze, e nelle arti sono già state accettate. I mentovati difetti con un po d' avvertenza agevolmente si evitano: ma non così accade, quando il male sta nella radice. Ognuno sa, che la nostr' anima per comprendere le cose, che sono fuori di noi, non si fa presente agli obbietti forestieri, ma solo per le porte de' sensi ricevendone le immagini, con essi esercita un perpetuo commercio. Cotale idee, o spezie in moltissime sogge dalla mente si maneggiano; conciossiachè o si uniscono le disparate, o le congiunte si segregano, o di una se ne formano parecchie, o di parecchie una sola. Frequentemente in-

insieme si mescolano, e si confondono, pigliandosi le principali per secondarie, e le intime per estranee, o al rovescio; a talche sovente si raccozzano nel medesimo concepimento idee direttamente contrarie, le quali, senza che l'intelletto se ne avvegga, vicendevolmente si distruggono. Narrafi di Simonide, che richiesto cosa fosse Dio, prese più fiate tempo a soddisfare alla interrogazione, ed in fine rispose, che più che ci pensava, meno ne sapeva. E come mai poteva costui con semplici parole spiegar un nome, cui nessuna idea corrispondeva, o soltanto la generale, ed indeterminata d'un essere superiore all'umana condizione? Mostuose proprietà, sciocche, e viziose azioni attribuivano i Greci alle loro Deità ammaestrati così dai Poeti, e fu tale ipotesi altro concetto degl' Iddij, e de' Semidei non potevano formarfi i Gentili, se non se che fossero Uomini, e Femmine d'un altro mondo soggetti al dolore, ed alle passioni, colla prerogativa della immortalità, attribuito dalla superstizione ad essi concesso, ma alla lor natura ripugnante. Né miglior senno mostrano i Filosofi. Epicuro collocò i Dei fra un Mondo, e l'altro sicuri dall'urto degli atomi, e viventi una vita beatissima senza far nulla. Aristotile assegnò a Dio l'unico carico di girare il primo mobile, ed a guisa di contrappeso, o di molla di volgere perpetuamente attorno la principal ruota del grand'oriuolo dell'Universo. Gli Stoici non corobbero altro Dio, salvo che il Mondo da loro creduto animato, sottoponendolo al fato, ed alla necessità. *Mundum, & hoc quoddamque nomine alio Cælum appellare libuit, cujus circumflexu teguntur cuncta, nunquam esse credi par est, aeternum, immensum, neque genitum, neque interitum unquam*: diceva Plinio. Solamente Anassagora, e dopo lui Platone, separando Iddio dalla materia, si formarono in mente dell' Essere Supremo una tollerabile idea.

VIII.

Ho tratto l'esempio dall'antichità, sebbene i più accreditati Moderni me n'avrebbero parecchi altri somministrato. E se le nozioni, e i concepimenti sono torbidi, viziati, e bene spesso composti d'idee ripugnanti, io dimando qualmente coi segni delle parole possa farsi altrui consapevole di ciò, che ci pare d'intendere, ma realmente non intendiamo? Troppo gran divario c'è fra l'obbietto, e la immagine, onde abbia mai ad ottenerfi, che gli attributi assegnati ad una cattiva rappresentazione, alla cosa mal rappresentata puntualmente si adattino. Andava meco medesimo diviso in che maniera, e con qual artificio di metodo s'avesse a porre riparo al grave commemorato disordine, che si oppone all'aggiustatezza delle nostre idee, e rende o falsi, o dubbiosi i nostri ragionamenti. Mi cadde a prima vista in pensiero, che a più alti principj rifuggir si dovesse, col penetrare profondamente nella origine delle idee, nel modo, con cui si producono, si purgano, e si rettificano, e qualmente si estendono, e si combinano; onde da tali specolazioni astruse, e recondite nascessero le regole, che danno norma ai concepimenti, ai giudicj, ed ai raziocinj. Ma io non voglio sviarmi dal mio cammino, per trattenermi lungo tempo ne' confini della

Me-

Metafisica. Oltre che riflettendo io, che i *Matematici*, senza valersi di meditazioni estranee, anno portata la loro scienza a quel grado di perfezione, al quale le altre discipline non sono per anco giunte, nè sperano forse di giugnere; pensava fra me, che ne principj geometrici ci sia nascosto un qualche ignoto segreto, da cui derivi l'evidenza delle dimostrazioni. Non credo già, che la buona riuscita provenga dalla certezza degli assiomi, e molto meno dal filo delle illazioni. Ogni scienza ha le proprie massime fondamentali, e del pari chiare, e manifeste. Di quelle appartenenti alla *Fisica* ho fatto parole abbastanza, e non veggio per qual ragione debba io prestare più pronto assenso a chi mi dice, che il tutto è più grande della sua parte, ovvero a chi mi insegna, che una cagione non produce mai un effetto maggiore di se medesima. E quanto alla serie de' raziocini, la diversità della materia non ne diversifica i canoni, a tal che mentre sieno veri i principj, non è difficile avanzarsi nel cammino, e progredir passo passo dalle conclusioni più semplici alle più composte coll'unico riguardo, che niente si assuma, che non sia stato precedentemente dimostrato, onde si formi, per così dire, una catena di verità composta di molte anella fra loro insieme connesse.

Fa d'uopo dunque, che l'arcano di cui vado in traccia, si celi nelle definizioni, le quali unicamente si premettono per esplicare i vocaboli. Fissata una volta per sempre la significazione del nome conviene tenerla ferma, ed in conto alcuno non alterarla; perchè in tal guisa si scansano gli equivoci, e le ambiguità. Nè mi si dica, ch'essendo semplicissime le idee de' *Geometri*, mentre anno soltanto per oggetto le varie modificazioni della quantità, non ci vuol molto a fare un buon uso delle parole: conciossiachè io rispondo, che oltre le più schiette, ed ordinarie, contemplano i *Matematici* idee oltre modo sublimi, e di lunga mano superiori alla comune capacità, e totali sono le curve asintotiche, le magnitudini incommensurabili, e trascendenti, i varj ordini degl'infiniti, e degl'infinitesimi, ed altre parecchie di simile finissima tempra: per mezzo delle quali anno aperti i *Fisici* gli occhi, e fatto loro comprendere la natura della materia estesa, baste di tutte le cose corporee.

IX.

Ma ciò, ch'è di somma importanza, ed in cui consiste il migliore del metodo geometrico, e doveva svelarsi a beneficio universale, si è, che le definizioni di nome adoperate giudiciosamente da *Matematici* vanno sempre accompagnate dal carattere della possibilità. Voglio dire, che nel doppio rappresentamento, cioè del vocabolo rispetto l'idea, e della idea relativamente alla cosa, si viene a terminar nel possibile; di modo che siamo ad evidenza convinti, che la cosa è, o che può mettersi in essere nelle circostanze, in cui si concepe, e di conseguenza che l'idea non è uno spettro vano, nè la parola un suono vuoto di senso. A cagione d'esempio ci si presenti l'occasione d'immaginare alcune linee curve, colle quali si soddisfaccia ai Problemi, o locali, o determinati; prima d'ogni altra cosa si pensa alla costru-

struzione, indi all'andamento, e per ultimo alle proprietà. Il modo, con cui la curva si genera, ci mette anzi gli occhi la sua possibilità, e ci dà l'aggio di definirla, e servono all'uso alcune delle sue affezioni, che dall'origine scaturiscono. Reputo superfluo il numerare le differenti maniere di far nascere le curve: o descrivansi per punti interrotti, o per un moto continuo, ovvero col tagliare un solido, o collo stendere in piano una superficie, o pure valendosi delle proprietà delle curve più semplici per delineare le più composte, o finalmente si esponano sotto i simboli delle equazioni locali del Cartesio, e del Leibnizio; in qualunque maniera ci adopriamo, chiaramente si scorge, che non ha luogo la repugnanza, e perciò con franchezza ad esse curve s'impone il nome, al quale s'aggiugne la definizione esplicatrice del vocabolo.

Arroge, che i Matematici non mettono le definizioni a fascio; perchè caricandosi di soverchio la memoria, il buon metodo alla confusione si oppone; e perchè gli studiosi rimarrebbero incerti, e perplessi, ove andasse a terminare un sì grande apparato di parole. Fanno uso soltanto di quelle poche, che all'intelligenza di ciò, che sono egliino per insegnare, si rendono necessarie. E vaglia il vero non potevano comportarsi altrimenti; conciossiachè trattandosi d'una materia, per istrada nuove cognizioni s'acquistano, e ci si destano in mente novelle idee, le quali nascendo dalle verità anteriormente dimostrate, recano con seco dalla loro origine le note della possibilità.

Per la qual cosa a misura che di tempo in tempo vengono in luce, ad esse i nomi, e le definizioni s'assegnano: con che le significazioni si determinano, ed i favellari s'abbreviano. Euclide nel libro decimo degli elementi mette in vista una idea geometrica malagevole a comprendersi, e lontanissima dalle nozioni popolari. Diconsi da lui incommensurabili due quantità, le quali divise, e suddivise in particelle quanto si voglia minime, ed impercettibili, non accade mai, che quella parte aliquota benchè picciolissima, la quale più s'ate ripetuta misuri la prima grandezza, misuri del pari la seconda, senza che avanzi un qualche residuo. Se questa definizione di nome non fosse stata da Euclide munita con una rigorosa dimostrazione, e non ci avesse convinti, che in fatto si danno le quantità incommensurabili, e che sono di varj generi, applicandosi ad ognuno d'essi la propria denominazione; crediam noi (lasciata da canto la gente indotta) che i Filosofi stessi, molti de' quali metafisicando intorno il continuo, non sono peranco giunti a capire, che l'estensione è divisibile all'infinito, la premessa definizione ammettessero? Sebbene sino a suoi tempi solea dire Platone, che era più bestia, che Uomo colui, il quale ignorava, che il lato, ed il diametro d'un quadrato erano due linee fra loro incommensurabili.

Io mi affatico quanto so e posso per inculcare la massima proposta. E chi vuole lasciarsi guidare dalla ragione, piuttosto che dalla fantasia creatrice bene spesso di concetti incompatibili, non si faccia mai a contemplare un obbietto, e a filosofarci sopra, se prima non si è bene assicurato della possibilità della cosa: altrimenti si fabbricano in aria delle strutture in ap-

parenza magnifiche, ma destitute di fondamento, e di sussistenza. **Altro** ve ho indicati i fonti del possibile, e dell'impossibile, e su tale importante subbietto ci ho impiegato un intero capitolo. Presentemente soggiungo, che qualora alla spiegazione delle parole si accoppiano le note della possibilità, la definizione del nome diventa in un certo modo definizione di cosa; conciossiachè l'uditore si forma con facilità nella mente un concetto simile al nostro di quella cosa, che egli scorge essere evidentemente possibile. Non potendo dunque ragionevolmente pretendere di vantaggio, s'invoglia di seguirarci passo passo ne' nostri ragionamenti appoggiati ad una idea vera, e reale, ed agevole a concepirsi. In oltre non cade a lui nè pure in pensiero, mentre dalle scolastiche anticipazioni non sia preoccupato, di chiederci una definizione lavorata a tutto vigore di Logica; perchè quand'anche si avesse in pronto, lo che rarissime volte interviene, siamo sicuri di fondare i nostri discorsi sopra una base stabile, e ferma, e non abbiain punto di bisogno di sottili astrazioni, che facilmente si spuntano.

X.

Illustra la dottrina con un esempio. Non c'è stata Setta filosofica, che intorno la Natura dell'anima umana non abbia proposta la sua particolare opinione da quelle degli altri Fisici talmente diversa, che ad una ad una riandandole ci lasciano più che da prima incerti, e confusi. Alcuni già persuasi, che l'anima fosse una sostanza attiva, movente, e fornita di forza, andarono in traccia di que' corpi sottili, e spiritosi, i quali più degli altri di tali proprietà fossero corredati. Ci fu dunque chi la disse aria, chi fuoco, chi materia celeste, chi una quinta essenza di sangue, e chi un composto d'atomi minutissimi, lischi, e rotondi. Ma sapendo io, ch'ogni particola d'aria, di fuoco, d'etere, di sangue, ed ogni atomo liscio, e rotondo non è un anima, sto perplesso, se le dette materie possano combinarsi, e modificarsi in maniera, che di esse si formi un anima. Perciò i menzionati pareri non mi sgombrano dall'intelletto le dubbietà, e non mi somministrano una definizione di nome, in cui si contenga la possibilità della cosa. Altri Filosofanti, che della mente umana ebbero un'altissima stima, siccome di cosa eccellente, e divina, la chiamarono una particella della divinità, *d'una particulam auro*. Questi dissero troppo, ed all'incontro nulla dissero coloro, che la credettero un'armonia. Secondo Aristotele ella dee definirsi atto, o forma d'un corpo fisico organico capace di vita, e con ciò si adombra in qualche maniera il vicendevole commercio fra l'anima, e il corpo. E questa definizione quantunque vera ed irreprensibile, quando sia ben intesa, riesce non ostante imperfetta, e manchevole; perchè non prende di mira l'attributo primario, e radicale dell'anima. E qui di passaggio si noti, che ogni qual volta può ravvisarsi nella cosa considerata in se stessa, una proprietà assoluta, e massime fondamentale, e seconda, io reputo dover ricorrere alle meno principali, ed in ispezie alle relative. Santo Agostino, Uomo d'ingegno meraviglioso nello stabilire i principi, e nel portare la cosa fin dove può giungere a forza di cavar conseguenze, en-

tran-

Quando nell'interno di se medesimo, ci diede una chiara, ed aggiustata idea della Natura dell'anima. Chi si darebbe a credere aver lui ottenuto l'intento, avvertendoci d'una particolarità, che tutti già sapevano, ma non era caduto in mente agli Uomini di farci sopra riflessione, o almeno di farne uso? Così egli la discorreva. Quando l'anima s'immagina d'essere o aria, o fuoco, o che so io, forse persuasa da qualche apparenza stimerà d'essere taluna di queste cose: ma di certo ella nol sa, nè può mai liberarsi dalla dubitazione; perchè potrebb'essere altresì, che tale non fosse. Meffa dunque da canto almeno per poco quelle anticipazioni, in cui non rinviene la bramata certezza. E poscia si volga a contemplare se stessa, e con un atto riflesso consideri, ch'ella pensa, e che di tutti i suoi intimi sentimenti, e di tutte le sue cognizioni ella è consapevole. L'anima per tanto è una sostanza, che sa di essere, e in due parole una coscienza capace d'infinita modificazioni; imperciocchè o dubiti, o intenda, o voglia, o si trovi in istato felice, o miserevole, ella è sempre la stessa anima, e sa di dubitare, d'intendere, di volere, e di essere affetta o da soavi, o da triste impressioni. Nè sopra ciò può cadere dubbio di sorta; avvegnachè il senso intimo, e la speranza continuamente ci ammoniscono, che la cosa sta pur così. Chi ci vieta dunque di lavorare una definizione di nome libera da qualunque disputa, e contraddizione, e base dei nostri ragionamenti in dicendo, che sotto il vocabolo d'anima intendo io quell'interno principio di pensare, che in noi risiede.

CAPITOLO SECONDO

Dell'Analisi.

I.

LA parola Analisi abbraccia varj significati, de' quali non si vuol far menzione, bastando al Leggitore il sapere per ora, ch'io la restringo ad esprimere un metodo familiare a Geometri per iscoprire le verità occulte. Io ne piglio la diffinizione ad prestito da Pappo Alessandrino nel promio delle Raccolte Matematiche. Essa è dunque *sumptio quasiti tanquam concessi, per ea qua consequuntur ad quasiti indagationem*. Mentre dunque siamo ambigui, se sia vera, o falsa una proposizione, prima d'ogni altra cosa si finge conceduta a nostro piacimento una parte, o l'altra della contraddizione: indi dai dati, e dalle circostanze convien dedurre un filo di conseguenze nascenti passo passo l'una dall'altra, sinattantochè si arrivi a qualche verità altronde conosciuta, o a qualche falsità manifesta. E qui fa d'uopo arrestarci; perchè siamo giunti al termine della nostra inchiesta, e l'ultima illazione c'insegna se è vero, o falso l'assunto, e ce ne dà la dimostrazione. Conciosiacciachè tornando indietro per le vestigie impresse

dall'analisi, che si chiama anco risoluzione, e ripetendo a ritroso la serie delle conseguenze, si procede per via di sintesi, o di composizione; laonde dove la prima maniera di ragionare finisce, la seconda comincia. Si prende dunque per base o quell'assioma, o quel teorema già noto, e poscia viaggiando dietro la scorta dell'analisi, si poggia di grado in grado, finattantochè si perviene a dimostrare la proposizione principale, di cui per avanti si dubitava. Qui si dee avvertire, che non ci riuscirà giammai di fare un tale regresso, se nel corso della nostra analisi non porrem cura di cavar conseguenze, le quali sieno talmente coll' antecedente connesse, onde in nessuna circostanza senza d'esso possan sussistere; perchè altrimenti non sarebbe permesso di assumerle come principio, e retrocedendo per sintesi ricavarne come conseguenza l'antecedente. Rischiarerò la cosa con un esempio. Se supposto che una figura sia circolare procedendo per analisi ricaverò, che l'ordinata è media proporzionale fra le parti del diametro, il mio raziocinio sarà legittimo; perchè potrò dire: l'ordinata è media proporzionale fra i segmenti del diametro; dunque la figura è un circolo. All'opposito se dedurrò per conseguenza, che partendo dal medesimo punto due linee, l'una tangente la curva, l'altra segante in due punti, il quadrato della toccante sia eguale al rettangolo fatto dalle due linee intercette fra il punto dato, e i due punti di sezione; la conseguenza sarà vera, ma inutile per l'analisi; perciocchè da una tale proprietà non si può con evidenza raccogliere, che la figura sia un circolo. Nei problemi il metodo non si diversifica, se non se in quanto si suppone fatto ciò, che ci vien proposto da farsi, e la progressione del raziocinio finalmente ci guida o ad un postulato, o ad una geometrica costruzione, della quale si aveva contezza.

I problemi in Fisica frequentemente non anno luogo; perchè questa scienza intesa alla contemplazione, piuttosto che all'opera, si lascia di buona voglia alle arti manuali, cui signoreggia, o pure converte in proprio uso quelli che dalle discipline matematiche le vengono somministrati. I Filosofi ipotetici anno fatto della Fisica una facoltà problematica; imperciocchè ogni qualvolta tentano di spiegare un fenomeno, eglino si mettono a sciogliere un problema, cercando la più congrua meccanica struttura, la quale sia atta a soddisfare alle apparenze.

II.

Prima d'inoltrarmi nella materia stimo opportuno addurre l'esempio d'una breve, e semplice analisi; onde il Lettore senta la forza, e comprenda l'artificio del metodo. Si disputava ai tempi del Galileo intorno la discesa dei gravi, e si credeva comunemente, che lasciati cadere due corpi differenti soltanto nella mole dalla stessa sublimità per un mezzo tenuissimo, e di nulla resistenza fornito, il corpo grande lasciasse addietro il più piccolo, e compisse in più corto tempo un pari viaggio. Questa sentenza, sebbene falsissima, ed alla sperienza contraria, era avvalorata dall'autorità di Aristotele, che allora molto più della ragione valeva. Ma il Filosofo

Fio.

Florentino fatto a posta per cancellare dalla Fisica certe stravaganti opinioni con un semplicissimo giro di raziocinio, andava così discorrendo. Sia la cosa come si pretende, ed il corpo maggiore A (Fig. 1.) rispetto al minore B calì abbasso con una più grande velocità. Da ciò accaderà, che se si uniranno le due masse A, B in una sola massa AB o con qualche glutine, o per mezzo della verghetta AB rigida, e senza peso, il moto più celere del globo A verrà ritardato dal più lento del globo B; laonde l'aggregato de' due corpi A, e B camminerà con una velocità intermedia fra le due proprie, e naturali de' due pesi staccati A, B. Piglio un terzo corpo C uguale ad A di volume, e di gravità: e giacche ambo le masse A, B congiunte in una sono maggiori della C ne siegue, che in ordine alla ipotesi s'asunta discenderanno più velocemente messe a confronto della massa C, e per legittima conseguenza supereranno in celerità anche il moto della massa solitaria A, perchè essendo in tutto pari i corpi A, C, non c'è ragione, per cui uno piombi abbasso con più prestezza dell'altro. Ma di sopra si è dimostrato, che i corpi uniti A, B camminano con una velocità di mezzo tra la minore della palla B, e la maggiore della palla A; dunque posto il detto aggregato a paragone col globo C, sarà nel tempo stesso e più presto, e più pigro: lo che importa una palpabile contraddizione. Si conchiuda per tanto, che tutti i corpi della medesima materia di qualunque grandezza, o di qualunque figura, e cadenti da una pari altezza vanno di conserva, ed in tempi uguali trascorrono spazj uguali.

Niuno s'immaginerà d'attribuire il movimento più pronto al corpo di minor mole; perchè può restar agevolmente convinto, girando per un altro verso il discorso. Conciosiachè se il corpo più piccolo B vince in velocità il più grande A, coll'accoppiarli insieme, si accrescerà la celerità di A, e si minorerà quella di B; dunque l'aggregato AB camminerà più presto della massa A posta da se sola, e conseguentemente della uguale C; ma questa siccome più picciola debbe anche più velocemente discendere; dunque torna in campo l'assurdo; avvegnachè chiaramente si prova, che per una parte la celerità della sfera C è maggiore di quella dell'aggregato AB giusta l'ipotesi; e per l'altra parte la ragione ci dimostra, ch'è minore, perchè l'aggiunta del corpo B più veloce sarà, che il corpo A acquisiti qualche grado di velocità, che nè ad esso, nè al corpo uguale C naturalmente compete.

III.

Dicesi, che Platone sia stato l'inventore dell'analisi, altri ne danno la lode a Pitagora: ed io voglio credere, che questi illustri Filosofanti ne abbiano fatto uso frequentemente, e se ne sieno serviti in parecchi incontri. Ma dacchè gli uomini sono uomini, e dalla Natura in ogni età, in ogni clima anno avuto la ragione in retaggio, dal metodo analitico i loro discorsi prendono regola. Questa è la maniera popolarevca di raziocinare, comune ai dotti, ed agl'ignoranti, non apparata con istudio, e con arte, ma senza nostra fatica dalla Natura insegnataci. E coloro, che quasi sdegnandola, siccome troppo volgare, si sono per altra strada avviati, perduta la traccia di

retamente filosofare, inciampano quasi ad ogni passo, e cadono nel cammìno. Non so capire, qualmente alcuni d'acutissimo ingegno, e che ne fan pompa, di mille fortigliezze s'infrafcano, e sì fattamente colle definizioni, colle divisioni, e coi sillogismi la materia inviluppano, che spogliatala de' misteriosi vocaboli, e del metodo arido, e smunto, ci si presenta affatto nuda, e sparuta.

E vaglia il vero, quando si delibera intorno qualche importante negozio, o richiefti diamo altrui consiglio, che cosa facciam noi? Primieramente consideriamo con attenzione l'affare da tutti i lati, ed in tutte le circostanze, e se non ci pare d'aver lume sufficiente per ben risolvere, ricorriamo a coloro, che sono più periti di noi in quella particolare ispezione, o si anno generalmente acquistato il concetto di saggi, e di prudenti. Non si risparmiar le diligenze, e si aggiungono informazioni ad informazioni, per fino a tanto che della materia, di cui si tratta, ci crediamo abbastanza impossessati. Dappoi si suppone siccome fatto ciò, che si disegna di fare, e pesando accuratamente ogni particolarità, e combinando insieme i dati, e le notizie, si cavano le conseguenze, e colle antecedenti le suffeguenti si legano, e si guarda per qualunque verso dove la cosa vada a riuscire. Se il beneficio supera il danno, e ci si affaccia più il bene, che il male (mentre rarissime siate interviene, che si conseguisca il fine desiderato, senza che ci sia il pro, ed il contro, e senza che il giovamento si mesca col pregiudizio) allora la nostra volontà si dispone ad abbracciare il partito: all'opposto se ne astiene, ogni qualvolta la bilancia trabocca dalla parte del male, quando però una passione violenta, e predominante, che l'intelletto ci offusca, non ci spinga da traverso. Ma se la mente sta in bilico, ed i motivi per operare, e per non operare ci sembrano di pari momento, nasce la incertezza, e la perplessità: ed in tal caso è sempre meglio soprassadere, avvegnachè un intraprendimento di soverchio risoluto tira con seco il rischio, e l'inquietudine: la qual affezione è così noiosa, che per picciole cose non mette conto il soffrir: la: fa d'uopo bensì guardarci, che il tedio dalle grandi, dalle profittevoli, e dalle onorate non ci frastorni. Non si è detto per anco il tutto. Presa una volta la risoluzione, dopo aver ben confrontata la perdita col guadagno, si pensa ai mezzi per ottenere l'intento, ed in questa discussione si dee procedere con diligenza, e con accortezza. Anno a sceglierli i mezzi più spediti, e più agevoli, e ad iscanfarsi destramente le difficoltà, che ci si parano innanzi. Anche per istrada ci si fanno incontro delle novità non antivedute, per cui bene spesso ci si cangia in mano la faccenda, e conviene ad altro vento volger la vela, e perciò secondo le occorrenze bisogna ripigliar il discorso, ed iterare l'analisi. Tali sono i canoni esposti succintamente, con cui gli uomini regolano i loro divisamenti, e maneggiano gli affari della vita comunale: nè io mi sono mai pentito d'averli usati nelle materie scientifiche, perchè quantunque da se soli non bastino, accoppiati cogli altri metodi, de' quali farò parola, recano un considerabile giovamento.

IV.

Ora metto in vista i difetti, ch'accompagnano il metodo analitico, e suggerisco i ripieghi almeno in parte valevoli a superarli. Dico primieramente, ch'esso è molto acconcio per esaminare le opinioni altrui, e per liberare le scienze da certe falsità ricevute, e convalidate dal tempo, e dalla rinomanza degli Scrittori. Secondariamente non ci lusinghiamo di fare in Fisica gran profitto, mentre non si chiami in soccorso l'analisi. Tutto di ciò si affacciano innumerevoli fenomeni naturali, di cui si tenta la spiegazione: e le sperienze ben avverate, e delle opportune circostanze fornite sono le basi stabili, sulle quali si fonda l'analisi. Ma in terzo luogo frequentemente interviene ne' casi più ardui, che non sappiamo da qual parte girare il discorso; perchè non ci si apre sentiero alcuno, che ci agevoli il cammino, ed alla meta speditamente ci guidi. Avvegna ciò o per mancanza dei dati, o perchè siamo all'oscuro delle leggi della Natura, o perchè tutti non possono tutto; in tali incontri giova aspettar nuovi lumi, e guardarsi dall'opinare. Anche la fortuna ha il suo luogo: e siccome alle volte ci sfugge dalla vista un obbietto, perchè l'occhio si volge da tutti i lati, fuorchè da quello dove risiede la cosa visibile; così la mente non prendendo di mira il soggetto per il suo vero, girasi inutilmente quà e là, senza mai trovare nè capo, nè via.

Io foglio affomigliare l'analisi ad un labirinto, in cui chi si smarrisce, camminando lungo tratto per viottoli intralciati, donde s'era partito spesse fiate ritorna, e proseguendo d'errore in errore, non rinviene il calle, che lo conduce all'uscita. Similmente l'intelletto comincia a ordire la tela dell'analisi, e cavando le conseguenze dall'assunto passa dalla prima alla seconda, indi alla terza, e così di mano in mano, e mentre bene spesso calca una strada, che a buon termine non lo mena, o non fa più dov'egli si sia, o riede per il sentiero già battuto, o incepa in qualche petizione di principio, o finalmente si stanca, e dispera affatto dell'esito. Non bisogna frattanto perdersi d'animo, e conviene ripigliare la meditazione a spirito cheto, avviandosi per un'altro calle; imperciocchè il secondo sforzo supera talora l'ostacolo, che non si è potuto vincere dal primo. Arroge, che non deesi fingere difficoltà somma, dovè può essere che non ci sia. Quante fiate immaginandoci noi la cosa altrui più del dovere, ci mettiamo in guardia, e quasi che si abbia a durare nella inchiesta una gran fatica, l'intelletto si concentra, e svagando ne' suoi divisamenti raccozza insieme idee disparate, e lontane, laonde nulla strigne, perchè troppo abbraccia. Coloro, che sono intesi alla contemplazione della Natura, fanno ch'io dico il vero, e sovviemmi, che avendo preso talvolta di concerto con alcuni miei dotti Amici a soddisfare ad una quistione, dopo averci per lunga pezza logorato il cervello, finalmente pervenuti alla soluzione, ci facevamo le maraviglie, come un'analisi di piccola, o di mediocre indagine ci avesse tenuti tanto occupati.

V.

I vecchi Geometri ammaestrati dall'uso dei mentovati ostacoli si sono avveduti, ed an procurato di metterci un qualche compenso. Nel maneggiare siccome accade varj quesiti, se per avventura urtavano in qualche intoppo, procedendo per via d'analisi, e riusciva loro a forza d'ingegno, e d'industria di superarlo, stendevano generalmente l'artificio particolare, e ne formavano ad altrui istruzione una regola. Molto s'impara non solo col ben comprendere le verità dai Matematici dimostrate, ma molto più col tener dietro al filo de' loro metodi, e col notare partitamente quelle singolari sagacità, le quali non sono tanto appropriate ad un caso, che ad altri parecchi colle debite avvertenze applicarsi non possano. Prima d'ogni altro ripiego mi si para dinanzi la deduzione, per cui un teorema, o un problema ad un più semplice, e più trattabile si riduce. Non si creda, che con ciò siamo giunti alla compiuta soluzione. Questo è un fermarsi dopo aver fornita la metà del cammino, per prendere nuova lena; conciossiachè l'analisi in più porzioni si divide, o piuttosto terminata una risoluzione, che ci guida fino ad un certo segno, ci facciam da capo, e diamo mano alla seconda, e forse alla terza, e così di seguito, fino a che ci troviamo pervenuti al termine dell'investigamento. Si racconta che l'Oracolo di Delfo proposse l'arduo problema d'ingrandire il doppio un'altare cubico, tenuta salda la figura. Gli operaj duplicate tutte e tre le dimensioni lo fecero ottuplo in solidità. Ma Ippocrate Chio esaminata da Geometra la dimanda, s'accorse, che per costruire un cubo, che ad un altro dato di grandezza fosse in proporzione assegnata, facea di mestieri fra due linee date interporre due medie in ragione continua. Sia fatto ciò, che si cerca, ed il cubo sopra la linea (Fig. 2.) CD a quello sopra la linea AB sia in data proporzione. Giacchè il cubo AB al cubo CD sta in triplicata ragione del lato AB al lato CD, attesa la similitudine dei solidi, facciassi come la retta AB alla CD, così la CD alla EF, indi come CD ad EF, così EF ad HG. E perchè AB ad HG è per la costruzione in triplicata proporzione di AB a CD; dunque come la linea AB alla HG, così il cubo AB al cubo CD: ma le linee AB, HG sono date; dunque per trovar la retta CD lato del cubo in questione abbiamo a frammettere tra le linee AB, HG due medie in ragion continua, la prima delle quali cioè CD ci dà la soluzione del problema. Non si legge, che Ippocrate movesse altro passo: in questo mentre i Geometri posteriori a gara, principiando da dove aveva egli finito, si fecero ad investigare molte ingegnose maniere rapportate da Pappo Alessandrino, e da Eutocio Ascalonita, per mettere fra due linee date due medie proporzionali.

La deduzione è specialmente giovevole, quando le proprietà dei solidi si traducono alle dimensioni piane, e lineari, ed il citato Ippocrate nel caso addotto ce ne somministra l'esempio. Per quello poi appartiene alla Fisica, la quale se dalle scienze matematiche non è sostenuta, zoppica perpetuamente; il massimo artificio consiste nel trasportare in essa le dimostrazioni dell'Aritmetica, dell'Algebra, e della Geometria, esprimendo le passio-

ni della materia per via di numeri, di spezie, e di figure. Sopra questo punto di sommo rilievo non dirò di vantaggio, essendomi già prefisso di trattarlo accuratamente in un intero capitolo. Basta per ora, che si sappia essere il ripiego una spezie di deduzione, per cui in teoremi, e problemi matematici si tramutano le fisiche investigazioni.

VI.

Una prerogativa del metodo analitico si è la secondità; imperocchè molte, e fra loro diverse sono le strade, che al medesimo fine ci guidano, alcune più corte e piane, ed altre più lunghe ed alpestri. Se si avesse, per giugner al termine, a progredire per un solo sentiero, essendo quelli, che ci fanno deviare, presso che innumerabili, sarebbe colpo di mera fortuna il non isfarrirsi. I Geometri si piccano d'incontrare la più semplice soluzione, e tal fiata la cosa loro riesce: ma secondo me non importa guarir in qual modo ad un quesito si soddisfaccia, purchè se ne venga a capo; conciossiachè in qualunque maniera si sveli, è sempre pregevole una verità nuova, e sublime. Io so per propria esperienza, che di rado la prima volta si piglia la cosa per il suo verso, onde si dia di petto nella più elegante soluzione. Che se poi non contenti del primo sforzo, attentamente rianderemo il progresso de' nostri discorsi, e dalle particolarità scoperte novelle conseguenze si dedurranno, e specialmente se non perderemo di vista i corollari; ci verrà fatto bene spesso ad uno scioglimento imbrogliato, e troppo composto di surrogare un altro più semplice, e più compiuto.

E qui si noti, che le varie soluzioni traggono l'origine dalla diversità dei preparamenti. Una congrua, e ben appropriata preparazione facilita mirabilmente l'analisi; e perciò fa di mestieri tener sempre un'occhio fisso alle cose, che ci sono note, e l'altro a quelle, che si cercano. Appresso bisogna tenere a mente, che per un verso il quesito, e per l'altro i dati anno a legarsi insieme, e che ciò si fa per via delle conseguenze intermezze, che finalmente si danno mano, e dalla preparazione dipendono: la quale ci porge agio di tirare innanzi le illazioni tanto dalla parte della ipotesi allunta, quanto dalla parte dei dati. E con questi due viaggi uno incontro l'altro s'abbrevia la strada, e si alleggerisce l'intelletto dal carico di tener dietro ad una lunga serie di conseguenze. Appresso non occorre nelle preparazioni andar per lo buio a tentoni: anzi vi si richiede un non ordinario avvedimento, e massime nelle fisiche investigazioni, che portano seco maggior indagine; conciossiachè se l'apparato è scarso e povero, non ci dà il modo di proseguire il discorso, nè di cavare le conseguenze necessarie a compier l'analisi: all'opposto se per sorta è troppo abbondante, si moltiplica fuor di proposito il numero delle conclusioni, e l'una con l'altra s'intrica talmente, ch'essendo noi incerti da qual banda abbiamo a piegare, ci lasciamo avviluppare in varie ricerche, e perdiamo il filo del raziocinio. Il poco, ed il soverchio sono del pari nocivi, e l'afferrare quella giusta mediocrità, che non pecchi o nel difetto, o nell'eccesso, non è così facile impresa. Convien dunque tener sempre fissa la mira allo scopo, ed adoperarsi

in

in maniera; che i preparamenti riguardino i dati, e l'acquisto colla dovuta corrispondenza. Ma la più industriosa preparazione, e la più giovevole si è quella, che dall'analisi stessa ci viene indicata, mentre cioè una conseguenza ci ammonisce cos'abbia a farsi per passar oltre, e dedurre le seguenti, e così di mano in mano, sin tantochè si arriva al termine della inchiesta.

VII.

Io vado accumulando precetti, e penso, che sia bene il dilucidarli almeno colla dimostrazione di un teorema geometrico, che per la sua semplicità dovrebbe riporsi fra gli elementari. Abbiassi il triangolo ABC (Fig. 3.) e l'angolo qualunque A sia partito per metà dalla retta AD , io dico, che il rettangolo BDC fra i due segmenti della base BC , coll'aggiunta del quadrato della bisecante AD , è uguale al rettangolo BAC contenuto dai due lati BA , AC . Sia vero ciò, che si propone: e giacchè anno a paragonarsi insieme cinque linee, cioè i due lati BA , AC , i due segmenti BD , DC , e la bisecante AD , è cosa chiara, che bisogna ristringerle a quattro, onde nasca l'analogia, per cui si dimostri l'uguaglianza dei prodotti. Ci viene dunque subito in mente d'unire in un solo rettangolo il quadrato AD , più il rettangolo BDC : lo che si ottiene, facendo il rettangolo ADE uguale al BDC . Ed ecco la preparazione, dalla quale nasce la conseguenza, che il circolo circoscritto al triangolo BAC , che passa per i tre punti B , A , C , passerà per il quarto punto E , attesa la natura del cerchio, in cui due linee, che s'incrocicchiano, e terminano alla circonferenza, come BC , AE , generano i rettangoli eguali BDC , ADE . Tirisi la corda BE , e si discorra così. Essendo eguali i testè menzionati rettangoli, se all'uno, e all'altro aggiungeremo il quadrato AD , avremo, il rettangolo BDC più il quadrato AD eguali al rettangolo EDA più il quadrato AD , ovvero al solo rettangolo EAD , il quale per l'ipotesi sarà parimente uguale al rettangolo BAC . Ci si presenta dunque il modo d'istituire una proporzione, e d'inferire, che come BA , ad AE ; così AD , ad AC . E qui rifletto, ch'essendo uguali per l'assunto gli angoli BAD , DAC , ed appresso ne' due triangoli BAE , DAC proporzionali i lati intorno gli angoli eguali, essi triangoli saranno simili, e conseguentemente saranno eguali gli angoli BEA , BCA : lo che è verissimo, perchè ambo insistono all'arco comune AB .

La sintesi si sbriga in poche parole, tenuta ferma la preparazione dall'analisi somministrataci. Avvegnachè sono simili i due triangoli ABE , ADC , ne quali oltre gli angoli BAE , DAC per l'ipotesi, sono altresì uguali gli angoli BEA , BCA insistenti sopra la stessa porzione di periferia AB ; dunque come BA ad AE , così DA ad AC ; dunque i rettangoli BAC , EAD , o in vece di questo il rettangolo EDA , più il quadrato AD sono eguali: ma il rettangolo EDA è uguale al rettangolo BDC per la natura del cerchio; dunque il rettangolo BDC coll'aggiunta del quadrato DA è uguale al rettangolo BAC : lo che dovea dimostrarsi.

Altrimenti. Poichè il rettangolo BDC più il quadrato AD è uguale al rettangolo BAC, s'io porrò il rettangolo BAF uguale al quadrato AD, mi nasceranno due conseguenze: la prima, che il rettangolo AB in EC sarà eguale al rettangolo BDC, ed in ordine a ciò come $AB : BD :: DC : CF$; la seconda, che essendo intorno gli angoli eguali BAD, DAF proporzionali i lati, cioè per la preparazione $BA : AD :: AD : AF$, i due triangoli BAD, DAF saranno simili; dunque l'angolo BDA sarà eguale al DFA: lo che si dica anco degli angoli ADC, DFC, ognuno d'essi compimento a due retti degli angoli eguali BDA, DFA. Ne segue pertanto, che sieno simili i due triangoli DAC, DCF, i quali oltre gli angoli eguali ADC, DFC hanno l'angolo comune C; dunque $AC : CD :: DC : CF$. Ma superiormente ci si è presentata l'analogia $AB : BD :: DC : CF$; dunque $AB : BD :: AC : CD$ ovvero $AB : AC :: BD : DC$: verità dimostrata da Euclide, e nascente dalla divisione dell'angolo BAC in due parti eguali.

Ommetto la sintesi siccome facile, e mi dichiaro d'aver recato l'antecedente esempio in grazia de' principianti; acciocchè comincino a far uso dell'analisi, e tocchino con mano qualmente vadano applicate le regole, e dai casi più semplici si facciano strada a' più composti.

VIII.

Per compimento della materia deggio ragionare de' luoghi, che chiamansi resoluti, mirabile invenzione de' Maestri Greci, a fine di addestrare un Geometra allo scioglimento de' problemi più ardui. S'avvidero eglino, che il condurre l'analisi dal quisito sino ai primi principj, o almeno sino alle proposizioni elementari, era molto malagevole impresa. Spesse fiate il viaggio è troppo lungo, e disastroso, e perciò si disposero di abbreviarlo, assumendo in se stessi una parte della fatica. A tal oggetto pubblicarono essi parecchi trattati concernenti varie materie geometriche, guarniti d' un numero copioso di proposizioni seconde di conseguenze, in tal una delle quali avesse bene spesso a ricadere il progresso analitico. Ed ogni qual volta ciò intervenisse, il Geometra avesse a fermarsi, siccome già pervenuto al termine della sua perquisizione.

Pappo Alessandrino nel lib. 7.^o delle compilazioni matematiche, dove procede per via di risoluzione, e di composizione, ce ne dà alquanti esempi, e specialmente veggasi la proposizione 85.^a, Problema 5.^o del citato libro. Oltre ciò egli ci ha conservato un succoso sunto delle predette opere, parte delle quali tuttavia sussistono, e parte si sono perdute. Esse ci mettono sotto gli occhi lo stato della vecchia Geometria. Utilissimi sono i dati di Euclide, che servono di base all'analisi degli Antichi, e di pari giovamento i porismi dello stesso Autore, i quali secondo Pappo non differivano, se non se nell'ipotesi, dai teoremi locali. Di minor uso erano i tre libri d'Apollonio, che versavano sulla sezione della proporzione, su quella dello spazio, e su i toccamenti: ma di grandissimo profitto il trattato della sezione determinata: come altresì i luoghi piani, ed i conici dello stesso Apollonio, aggiunti i luoghi solidi d'Aristeo, e quelli di Eratostene detti alle medie.

Tom. II. Opere Ricc.

M m m

tà,

tà, e gli altri di Euclide alla superficie, materia oltremodo astrusa di cui haffi un bell'esempio in Pappo lib.^o 4.^o proposiz. 28.^a, e di cui ci ha dato un saggio il celebre Ermanno negli Atti della Imperiale Accademia di S. Pietroburgo. Resta per ultimo il libro delle inclinazioni di Apollonio, nel quale si dava la soluzione di molti problemi, parte piani, parte solidi, e parte lineari. In questi ci entravano le curve di più alto grado o analitiche, o trascendenti, che a poche si riducevano, come la conoide di Nicomede, la cissoide di Diocle, la quadratrice di Dinostrato, e la spirale d'Archimede. Ed ecco l'apparato de' Geometri Greci, che sebbene mancante, e da non porsi a confronto coi metodi moderni, nè per la sagacità, nè per l'estensione, ci somministrano non per tanto dell'elegantissime soluzioni, ne qual pregio i nostri Geometri cedono forse agli antichi. Egli è ben vero, che dove i vecchi anno finito, ha cominciato il Cartesio, e dove questi ha terminato, anno dato principio, per tacere di molti altri, l'Ughenio, il Nevvton, e il Leibnizio.

IX.

Comunque stia la cosa, son di parere, che in ogni scienza, ed in ogni facoltà i luoghi resoluti, e bene avverati (non parlo già dei generali, e dei topici) recchino un gran beneficio ai nostri divisamenti; imperciocchè trattando qualunque soggetto, abbiamo dove ricorrere, e troviamo almanco in parte la materia preparata, e digerita. O dunque l'analisi a qualche luogo ci guidi, o da uno, o più luoghi insieme accoppiati si derivi la sintesi; interverrà sempre, che il progresso del discorso si agevoli, e gli errori molto più facilmente si scansino. Aristotele nella sua Rettorica, opera che va per le mani di tutti, e pochi ne conoscono il pregio, raccolse opportunamente sotto varj titoli un buon numero di luoghi tratti dall'Etica, dalla Politica, e da' primi originali principj della società umana, mettendoli di mezzo fra le comuni semplicitissime nozioni, e le particolari quistioni, che debbono maneggiarsi dall'Oratore. Appresso ad imitazione de' Geometri il Cano compilo i luoghi teologici, e l'Everardo i legali: ma per quello riguarda la scienza della Natura, da due fonti i luoghi fisici scaturiscono, cioè dalla storia dei fenomeni, e delle sperienze, e dalle verità fin ora dimostrate. Intorno il primo punto mi riferbo a suo luogo di ragionare: e quanto al secondo, chi non è ben fornito di Geometria, e non è pratico delle maravigliose scoperte, che si son fatte nel presente, e nel passato secolo, principiando dal Galileo, dal Keplero, e dal Verulamio, non si metta a discorrere in materia fisica; perchè conforme alla giornata pur troppo si vede, dirà esorbitanze tali, che moveranno le brigate nello stesso tempo a riso, ed a compassione. Per comporre un corpo di scienza, ci si richieggono i pensamenti di moltissimi Uomini di sano discorso: laonde chi più legge, più sa, facendo però d'uopo di leggere con discernimento; avvegnachè non è vero tuttociò, che si trova scritto, e stampato. Non mi prendo la briga di tessere un catalogo de' migliori libri, e sarebbe desiderabile, che taluno diede la scorta di coloro, che in altre discipline lo hanno intrapreso, e con-

dotto a fine si prendesse la pena di ragunare i luoghi fisici già risolti, almeno i principali, ed i più importanti. Io mi sono ingegnato di far ciò nel secondo libro, ma bramerei, che altri si addossasse il carico superiore alle mie forze, ed alle mie mancanze supplisse. Raccordo in questo mentre due eccellentissime opere, che io ripongo fra le locali, e sono i Principi matematici della filosofia naturale del Cavalier Isacco Nevvton e la Foronomia del Signore Jacopo Ermanno.

CAPITOLO TERZO

Della Sintesi.

I.

VA tutto di per la bocca de'Dotî una vecchia, e comune sentenza, che l'analisi sia metodo d'invenzione, e la sintesi di dottrina. Pare a me, che ugual profitto dall'una e dall'altra trarre si possa per la investigazione della verità, e quasi quasi più dalla seconda, che dalla prima. Per usare l'analisi si dà mestieri aver contezza di ciò, che si cerca, e che ci sia nota la proposizione, la quale si vuol dimostrare. Ora bene spesso accade, che non abbiamo nè pur sentore di certe verità, che potrebbero per via dell'analisi svilupparfi: e l'andar baloccando quà, e là fingendosi delle posizioni ad arbitrio, e lavorandoci sopra, egli è perdere il tempo, e l'opera, senza che sovente si rinvenga qualche cosa di pregio, che meriti d'esser pubblicata. All'incontro procedendo per sintesi, si piglian le mosse da qualche verità conosciuta, e poggiando di grado in grado dalle asserzioni più semplici alle più composte, oltre che la materia si stende, e si rischiarà, frequentemente si fanno delle inaspettate, e maravigliose scoperte. A cagion d'esempio il celebre Signor Domenico Guglielmini nel suo trattato sintetico della misura delle acque correnti è giunto a determinare la curva, a cui s'adatta la superficie d'un fiume, col soccorso della pura Geometria lineare: problema arduo, e che da Signori Bernardino Zendrini, e Jacopo Ermanno si è dovuto sciogliere analiticamente coll'applicarsi il computo delle quantità infinite. I problemi, che vengono alla giornata proposti, si maneggiano meglio colla risoluzione.

II.

Accade talora, che un quesito nella prima maniera, che ci si para dinanzi, sia onninamente intrattabile, o almeno molto malagevolissimo a maneggiarsi. In tali incontri egli è necessario accoppiare insieme la sintesi coll'analisi, onde i due metodi si porgan vicendevolmente la mano. Si principia dalla risoluzione, e per mezzo d'essa si procura di soddisfare alle questioni più semplici concernenti il proposto subbietto. Poesia ricorrendo ad-

M m m 2

una

una specie di composizione si cammina pian piano dagl'investigamenti più facili ai più difficili, e così finalmente passo passo si arriva a snodare il problema difficilissimo, ultimo termine delle nostre ricerche. Ciò fatto bisogna voltarli addietro, e diligentemente ponderare, se il quisito più involuto ammetta una soluzione più piana, e se abbraccia sotto di sé i casi meno composti. Mentre un mio dotto Amico, ed io eravamo intesi allo studio della Diottrica, a fine di dilucidare alcuni fenomeni, de' quali ci facea fede l'esperienza, e non s'intendeva la ragione; ci si affacciavano di giorno in giorno molti curiosi, ed astrusi problemi, ed in particolare il seguente fra tutti il più malagevole.

Data qualunque lente AB (Fig. 4.) composta di due segmenti di cerchio, data la proporzione fra le forze refrangenti dei due mezzi fluido, e solido, e dato il punto lucido C nell'asse CE della lente, tirare la linea CD limite dei raggi refratti, e riflessi; di modo che tutti i raggi, che urtano nella lente tra i punti D ed F, si rifrangano, e quelli, che urtano nell'arco DA, si riflettano.

La difficoltà del quesito ci obbliga a principiare dai casi più semplici; e semplicissimo si è quello, ogni qual volta il punto luminoso C è dalla lente infinitamente lontano, onde sieno paralleli i raggi incidenti, e la lente di figura sferica. Qui ci si fa palese una bella proprietà della sfera, in cui refrangono tutti i raggi paralleli, che in essa cadono, senza che nè pur uno se ne rifletta, e ciò succede in qualsivoglia ipotesi di virtù refrattiva. Si passa poi gradualmente dalle posizioni più semplici alle più composte, e stando fermo il parallellismo delle linee lucide, si prendono per mano le lenti piano-convesse, o piano-concave, indi le composte di due segmenti eguali, e finalmente quelle, che di segmenti ineguali si formano, sieno esse o lenti, o menischi, o lunule. Dopo ciò si muove l'ultimo passo, ed in tutti i premessi casi si cerca la soluzione, supposti i raggi o divergenti, o convergenti. Al problema si è compiutamente soddisfatto, ma per certe emergenze nate, delle quali non si vuol render conto, esso nè solo, nè accompagnato da parecchi altri del pari ardui, ed eleganti uscì alla pubblica luce. Il Metodo, di cui fo parola, era familiare agli antichi Geometri, e recava con seco due importanti beneficj, cioè la schiettezza del preparamento, e della costruzione, e quello che più rileva, l'esattezza delle determinazioni, onde nasceva un'elegantissimo scioglimento, che nulla lasciava a desiderarsi. Parmi, che i Moderni sieno nelle determinazioni poco accurati, e ciò nasce principalmente, perchè non mettono studio nell'impossessarsi degli artificj della vecchia analisi. Il Celebre Edmondo Hallej scoprì anni sono per buona fortuna il libro di Appollonio di Pergamo intitolato della sezione dello spazio, e talmente s'invaghì della maniera netta, e magistrale di trattar la materia, che si avvisò di darlo alle stampe a comune utilità, e nel tempo stesso fece avvertiti i Matematici, che fa d'uopo leggerlo attentamente per addestrarsi a maneggiar le questioni sul metodo degli Antichi. Adesso s'intende ad evidenza cosa voglia dir Pappo in parlando della suddetta opera nella prefazione del lib. settimo. *Itaque primus liber de spatij sectione habet locos septem, casus vigintiquatuor, & determinaciones septem, quarum quatuor*
ma-

maxima, & tres minima &c. Io mi sottoscrivo al parerè del dotto Inglese; e convergo seco lui, che quanto più terremo dietro alle orme impresse da' vecchi Maestri in que' soggetti o geometrici, o fisici, che ammettono una sincera dimostrazione; tanto più i nostri discorsi saranno accompagnati dalla chiarezza, e dall'eleganza.

III.

Avendosi ad usare la sintesi, fa di mestieri appoggiarsi a qualche fermo sostegno, e questo sarà o un primo principio evidentemente manifesto, o una verità invincibilmente dimostrata, o un fenomeno ben avverato, che in Fisica siccome dato si assume, e serve di base alle future ricerche. Dopo ciò bisogna ben ruminare la proposizione fondamentale, e volgerla da tutti i lati, a fine di cavarne quelle conseguenze, che da essa immediatamente dipendono, senza lasciarne addietro veruna; avvegnachè appunto la non avvertita potrebb'essere quell'unica, che ci spianasse il sentiero a qualche importante scoperta. Convien dunque stare intesi, ed oculati, che nullaci sfugga: nella qual investigazione giova assai un ingegno pronto, e snello, ma molto più un lungo esercizio. Colui che non lascia arrugginire il proprio intelletto, ed a meditare lo avvezza, contrae una certa agilità di pensare, ed una certa penetrazione di mente, che in cervelli più profondi spesso volte non si rinviene. All'incontro guardiamci, che non ci paia di aver tirata una buona, e giusta illazione, la quale in sostanza sia la stessa stessissima proposizione assunta espressa con altre parole. Le petizioni di principio da questo fonte derivano, e chi rimane in tal maniera deluso, va continuamente in giro per un cerchio vizioso, e torna sempre da capo. Dedotte le conseguenze, per renderle seconde, e far sì, che da una verità nasca l'altra, e così di seguito, debbono esse adattarsi ad una nuova posizione, introducendo opportunamente un qualche preparato, onde ci si presenti un teorema, che con facilità ci vien fatto di dimostrare. Quindi perchè una cognizione dà mano all'altra, si comincia a veder chiaro, e si spande sulla materia proposta un lume talmente vivo, che ogni oscurità si dilegua. Appresso le notizie acquistate sovente si legano colle già conosciute, e questo impensato rapporto ci somministra de' curiosi combinamenti, e delle verità inaspettate. Ma perchè il sapere non ha termine, meritan biasmo coloro, che troppo invaghiti dei propri divisamenti, non an cuore di rescare il superfluo, e stimano di fare una gran perdita, quando d'ogni minutia non fan conserva, e tesoro: Ho sentito un Matematico di primo grido a censurare, e forse non senza ragione, il celebre Signor Varignon, il quale non rifina mai di cavar corollari, e sopra ogni picciola cosa trattiene inutilmente il Lettore: laonde impiega un mezzo volume in un soggetto, che spacciarsi potrebbe in poche pagine. E' nociva la soverchia abbondanza, e perciò dobbiamo contentarci di esporre in qualunque materia le primarie, e fondamentali proposizioni, e dedurne le conseguenze di maggior importanza, lasciando il rimanente all'industria di chi legge; mentre non c'è chi voglia essere caricato di avvertenze oltre modo minute, e frivole.

IV.

IV.

Ci venga in pensiero d'investigare con qual legge la Natura disponga i pesi in equilibrio costituiti, e fingasi, che nulla di ciò si sappia, e nulla sia stato mai dimostrato. Mettansi dunque da canto i progressi d'Archimede, del Galileo, e d'altri parecchi, de' quali non si appagano alcuni più rigidi, e delicati Geometri, e camminiamo dietro la scorta della sintesi. Prima d'ogn'altra cosa vo in traccia d'un assioma, su cui io possa fondare i miei ragionamenti, e questo a prima vista mi viene posto anzi gli occhi dalla più semplice ipotesi. In una idea orizzontale si dispongano due pesi eguali in egual distanza dal punto del sostentamento sollecitati da pressioni agenti per dirzioni parallele, e normali alla verga: dico, ch'essi pesi staranno equilibrati. Il pronunziato è manifesto per sè stesso, e nasce dal principio generalissimo della indifferenza; conciossiachè essendo tutte le cose pari, non c'è ragione, per cui un grave abbia da prevalere all'altro, e piuttosto discenda il peso collocato a destra, che quello messo a sinistra. Dopo il primo passo movo il secondo, e mi faccio attentamente a considerare la secondità del premesso assioma, e quali conseguenze mi sieno da esso legittimamente suggerite.

1.^a Le masse pari P, Q (Fig. 5.) poste in egual distanza dal centro A in vigore della gravità, che in esse risiede, non sono disposte a produrre il moto, nè a generar forza viva, nè a stirare le braccia AC, AD della bilancia situate orizzontalmente; dunque lo sforzo del doppio peso, che mai non dorme, si converte tutto intiero contro il punto A , o contro la mano B , che sostiene la stadera. Tolto di mezzo il sostegno B , la gravità non impedita eserciterà la sua azione contro i pesi P, Q i quali si anderanno egualmente accelerando, e si tireranno dietro la verga GH , senza che questa punto declini dalla linea orizzontale. E se la mano si oppone al conato de' gravi, e gli obbliga a star in riposo, egli è necessario, che c'impieghi un niso eguale, e contrario, onde non segua moto di sorta, e le forze morte, che successivamente non si applicano per qualsivis spazio, non passino mai in forze vive. All'incontro se la mano usa più forza di quella, che basta a sostenere i due corpi P, Q ; saranno essi costretti a poggjar in alto contro l'indole della lor gravità. Abbiamo dunque due equilibrij, uno della potenza A rispetto a' due gravi, e l'altro d'un peso col suo compagno.

2.^a Avvicinando i pesi al centro A per esempio in E, F , o discostandoli, come in G, H , perchè le rispettive distanze AE, AF , ovvero AG, AH sieno eguali, nè si turberà l'equilibrio, nè la mano B resisterà più aggravata, o più alleggerita. La ragione si è, perchè i pesi P, Q in qualunque sito riposino equilibrati, non crescono, nè calano, e conseguentemente non alterandosi la cagione, non dee diversificarsi l'effetto.

3.^a Avvegnachè le braccia AE, AF ponno prenderli minime, ed anche infinitesime, salva l'uguaglianza; nel qual caso egli è lo stesso, come se i corpi P, Q fossero applicati ad esercitare verticalmente il loro conato contro

tro la mano B; se ne deduca, che i predetti corpi messi in distanze uguali dal centro A, o più grandi, o più piccole, aggravano la mano B colla stessa energia, come se ambo fossero attaccati al punto A.

4.^a Accresciuta, o diminuita la massa de' gravi P, Q, stando ferme le assegnate circostanze, si aumenta bensì, o si minora la fatica della mano sostenitrice, ma non si toglie di mezzo l'equiponderanza, o la quiete; sussistendo tuttavia il principio della indifferenza.

5.^a Ma se ricresce il solo peso Q, ovvero lasciandolo intatto si rimuove maggiormente dall'appoggio A, onde nell'uno, e nell'altro caso si turbi l'equilibrio, e si generi il moto, calando abbasso la verga AD, e poggiando in alto la verga AC: dico, che la mano B non reggerà tutto intero il peso de' due corpi P, Q, ma resterà in parte alleviata. La prova della esposta verità si desume da ciò, che una cagione, in cui sempre una determinata forza risiede, non può estendersi a generare uno, o più effetti, che presi insieme superino l'energia, della quale essa causa è fornita. Per la qual cosa se una porzione della gravità, che avvalora il peso Q, s'impiega a comunicare l'attuale movimento alle masse P, Q; egli è certo, che questa non si spende in tirare in giù il chiodo, o la mano B: altrimenti si avrebbe più forza nell'effetto, che nella cagione, e si distruggerebbe il principio, che stabilisce una perfetta uguaglianza tra l'effetto intero, e la causa piena.

6.^a Se al punto A si addossa un qualunque peso, serve ben esso ad aggravare il sostegno in B, ma non influisce nè punto nè poco nella mutua azione delle masse P, Q: laonde o aggiungendolo, o levandolo, conforme portano le circostanze, nulla si pregiudica all'equilibrio.

E tali sono le conseguenze immediate, che dall'assioma come da fonte fluiscano, taluna delle quali non verrà forse in taglio, e pure non dovea trascurarsi, non sapendo per anco noi quale strada s'abbia da battere. Sin ora però niente s'è fatto; conciossiachè per muovere il terzo passo, ch'è il più laborioso hassi a diversificare la posizione assunta, senza pregiudizio dell'evidenza, e senza incorrere in petizion di principio. Sarà bene, che il leggitore dia un'occhiata a que' Matematici, che anno stabilite le loro dimostrazioni sopra il premezzo assioma, ed esservi com'eglino adoperati si sono, ed oltre ciò con quali opposizioni sieno stati impugnati i loro andamenti: notizie, che nella Meccanica del Gesuita di Chales si trovano in parte raccolte.

V.

A me è caduto in mente di modificare l'ipotesi nella seguente maniera. Posi i due pesi eguali P, Q in pari distanza dall'appoggio A, onde si dia l'equiponderanza, divido il grave Q in due parti eguali R, S, (Fig. 6.) colloco esse porzioni nei siti E, F in pari distanza dal punto D, e cerco, se in tale circostanza fra i tre corpi P, R, S sia per sussistere l'equilibrio. La terza conseguenza dall'assioma dedotta m'insegna, che rinviene allo stesso, che

che i pesi R, S eguali stiano collocati ne' punti E, F, che tolgono in mezzo il punto D, ovvero che nel medesimo punto D si riuniscano: ma in questo secondo caso sono essi equilibrati; dunque ciò dee succedere, quand' anche fra loro si separano; serbata la condizione di sopra espressa. La proposizione è fondamentale, e perciò vuol esser munita con una rigorosa dimostrazione.

Teorema.

Abbiasi la bilancia solitaria, e staccata E F con i due pesi eguali R, S del pari discosti dal centro D, che costituiti in equilibrio vengano sostenuti dalla forza G, che li pareggia. Prendasi il peso P uguale alli due pesi R, S raccomandato alla funicella HP, e retto dalla potenza pari H, che lo trattiene in riposo. E' cosa chiara, ch' equivalendo la forza G alli due gravi R, S eguali a P, i quali operano, come se amendue fossero attaccati al punto D, le due forze G, H faranno eguali, ed appresso che nell' assegnata positura l' energia della gravità delle tre masse P, R, S non può produrre alcun movimento. Lo stesso interverrà se prorogata in C la verga FE, che si finge senza peso, si legherà il corpo P al punto C, onde tanto il peso P, quanto la potenza H esercitino contro il punto C la loro azione uguale, e direttamente opposta.

Ora fa di mestieri in cambio delle due forze H, G sostituirne una terza, che da se sola senza altro ajuto mantenga le cose nello stato, in cui si trovano. Dividasi dunque la linea CD per metà nel punto A, al quale applichisi la potenza B doppia di H, ovvero di G, ed uguale ad ambo prese insieme; dico essersi fatto, quanto ci eravamo proposti di fare. Conciossiachè per la terza conseguenza le due forze H, G operano in maniera, come se fossero congiunte nel punto A; dunque siccome uguali alla potenza B ad essa equivagliano, ed il medesimo effetto producono: ma le sudette due forze H, G, impedivano qualunque moto de' tre gravi P, R, S, e conseguentemente li tenevano equilibrati; dunque lo stesso sarà l' unica potenza B adattata in A, ed agente per la medesima vertical direzione: lo che ec.

COROLLARIO I.

Se dal peso Q (Fig. 5.) noi staccheremo due porzioni eguali ad arbitrio per esempio due quinte parti, e le faremo camminare una a destra, e l'altra a sinistra dal punto D, mantenuta sempre l' uguaglianza delle distanze DF, DH, in tale supposizione persisterà l' equilibrio, conforme è facile a dimostrarli.

COROLLARIO II.

In qualunque modo si faccia l' equiponderanza fra due, o più pesi eguali, o ineguali, mi sarà sempre permesso il partirne uno, o più in porzioni

zioni eguali, disponendole come sopra a norma del teorema, o giustitoil pre-
cedente corollario, senza disturbar l'equilibrio.

SCOLIO.

VL

Osservo, che stando ferme le cose superiormente dedotte, si possono sciegliere due punti favorevoli alla nostra ispezione. Primieramente partito per metà il grave Q, una parte cioè R (Fig. 7.) si muova in maniera, che pervenga sotto il punto A, ed ivi si fermi, mentre l'altra S cammina sino in F, essendo pari i discostamenti DA, DF. In sì fatta posizione sta saldo l'equilibrio, e senza punto alterarlo, posso levare la porzione R, la quale (conseguenza 6.^a) altro non opera, salvo che aggrava la potenza B, e non influisce nell'azione dei pesi P, ed S in riposo costituiti. Secondariamente la porzione R seguitando a muoversi, vada ad unirsi colla massa P, in tempo che la porzione eguale S perviene in I, ed amendue sono equidistanti dal punto D. E perchè in ambo i casi abbiamo due corpi ineguali messi in equilibrio, da essi si dee cavare il primo indizio, conquali regole vengano moderate dalla Natura le leggi dell'equiponderanza.

E cominciando dal primo caso, a buon conto diviso il peso Q per metà, ed applicata la parte R al punto A, e portata l'altra S nel luogo F, onde sieno eguali le lontananze DA, DF, indi tolto di mezzo il corpo R, abbiamo due gravi equilibrati P, S, che si rispondono in doppia proporzione, e nel tempo stesso la distanza AC dall'appoggio A s'addupla dell'analogia AF. Per la qual cosa almeno in questo semplicissimo incontro i discostamenti dei due pesi dal comune sostegno si trovano essere in ragione reciproca dei pesi medesimi.

Proseguisco le mie ricerche, e suddivido il peso S in due membri eguali T, T (Fig. 8.) uno de' quali si collochi sotto il centro A, e l'altro si allontani (corollario 1.^o) dal punto F per la distanza FK uguale ad FA; anche in tal caso il peso P sarà quadruplo di T, nel mentre che la distanza AK dupla di AF si troverà quadrupla di AD, o di AC, e durante l'equilibrio, si diversificherà la regola della proporzione inversa fra i pesi, e le distanze. In tal guisa si continui il discorso, e si scoprirà, che se i pesi faranno in progressione dupla decrescente, anco le distanze si troveranno nella stessa serie doppia, ma crescente, ed inversa, cioè

Pesi 1. $\frac{1}{2}$. $\frac{1}{4}$. $\frac{1}{8}$. $\frac{1}{16}$. $\frac{1}{32}$ ec.

Distanze 1. 2. 4. 8. 16. 32. ec.

M' inoltra a considerare il secondo caso, e posti i due gravi eguali P Q, (Fig. 5.) che sieno in bilico rispetto al sostegno A, partisco in due il pe-

Toni. II. Opere Risc.

Nnn

so

Co Q, e movo la porzione R (Fig. 7.) verso C, finattantochè vada a congiugnerfi col peso P, e trasporto l'altra S nel sito I a tal che le distanze DC, DI sieno pari. Il peso $P+R$ sarà triplo di S, siccome l'allontanamento AI per la costruzione è triplo di AC; laonde nella presente ipotesi i pesi serbano l'analogia reciproca dei discoltamenti. Torno a dividere il corpo S in due parti eguali T, T (Fig. 9.) una delle quali si unisca alle masse $P+R$, e l'altra si trasferisca in K, onde sieno eguali le distanze IC, IK. La somma dei pesi $P+R+T$ sarà sette volte maggiore del peso T, ed all'incontro la distanza AK altrettanto maggiore della corrispondente AC, nell'qual circostanza sta fermo l'equilibrio. Così proseguendo di mano in mano, nascono le serie

Peso in C 1. $\frac{1}{2} \cdot \frac{7}{4} \cdot \frac{49}{16} \cdot \frac{343}{64}$ ec.

Pesi nella verga i. $\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{8} \cdot \frac{1}{16}$ ec.

AK

Distanze nella verga 1. 3. 7. 15. 31. ec.

AK

Noto, che replicando le divisioni del grave Q, alcune di esse si ponno accoppiare col peso P, ed altre applicarsi al punto A. Di più si può partire in due egualmente l'aggregato delle masse $P+R+T$ ec. e così successivamente, ed operando come sopra, avremo innumerabili combinamenti, i quali se non si mettono in ordine, partoriscono confusione. Mi faccio dunque a sciogliere due problemi.

PROBLEMA I.

Dati due pesi in proporzione multiplice, metterli in equilibrio sulla verga d'una stadera.

VII.

Si osservi, che ogni qualunque numero si forma coll'aggiungere insieme alquanti termini della ragion dupla, e questa si è una proposizione per via d'Aritmetica facilmente dimostrabile. A cagion d'esempio il numero undici è composto dei tre $8+2+1$, ed il 29 dei quattro $16+8+4+1$, ed il 38 dei tre $32+4+2$.

Ciò premesso ridotti prima i numeri multipli alla minima proporzione, in cui un termine farà sempre l'unità, estendasi la progressione dupla

1. 2.

Quinci assunto un termine nella serie, che sia immediatamente minore del numero dato esponga una progressione particolare, che cominciando dal suddetto termine vada a finire nell'unità. Si segnano poscia in essa que' numeri, che non entrano nella composizione del dato numero. Finalmente posti nella stadera due pesi eguali, ed equilibrati, che ambo prendano la denominazione dal termine della serie già determinato, uno d'essi si divide, e si suddivida in porzioni eguali, perfino che si giunga all'unità, e si avverta, che le parti sudduple, ch'entrano nella composizione del numero assegnato, vanno unite coll'altro peso, e quelle, che non c'entrano, vanno sottoposte al punto dell'appoggio. In tal modo si soddisfa compiutamente al Problema.

Esempio.

Abbiansi da porre in bilico i due pesi 7, 1. Il termine della serie doppia più vicino al 7, e di esso minore, si è il 4, e la picciola progressione, che qui viene a festa, è 4. 2. 1, i tre membri della quale sommati, senza escluderne veruno, formano il numero 7. Colloco dunque intorno il punto A (Fig. 5.) alle distanze pari AC, AD i due pesi eguali $P=Q=4$. Partisco il grave Q in due pesi uguali $R=S=2$ (Fig. 7.), ed una di queste parti la congiungo col peso P mettendo l'altra in I, e facendo $CD=DI$. Il peso in C farà triplo del peso in I, cioè come 6:2; e parimenti la distanza AI tripla di AC mantenendosi tuttavia l'equilibrio. Torno a dividere in due il peso $S=2$, e la porzione $T=1$ (Fig. 9.) si unisca al grave P, mentre l'altra si trasporta in K, con i discostamenti eguali IC, IK. Anche in tal caso sta salda l'equiponderanza, ed essendo il peso in C sette volte maggiore di T, la distanza altresì AK contiene altrettante fiate la AC.

Ma se in vece di collocare la metà del peso Q in C (Fig. 7.) si avesse sottoposta essa al sostegno A, facendo le distanze DA, DE uguali s'avrebbero i due pesi in CF equilibrati in proporzion dupla; ed in tripla, come si è detto, unendo essa metà al grave P. Di più fatto passare mezzo il peso S. ora in A, ed ora in C, ci si presenteranno fra i pesi equiponderanti le proporzioni quadrupla, quintupla, e sestupla, ed in somma tutte quelle, che nascono fra l'unità, ed i numeri naturali, che tra essa, e l'ottonario stanno di mezzo. Non moltiplico gli esempj perchè il metodo esposto si dilata ad ogni caso, e non ammette eccezzuazione.

PROBLEMA II.

Espressi due pesi per due numeri a piacimento, procurar l'equilibrio.

VIII.

Ridotti i numeri dati alla minima proporzione, si levi il primo minore dal secondo maggiore quanto si può, indi il residuo dal primo, e così di mano in mano, finattantochè si pervenga all'unità, lo che sempre succede, ed il problema ricaderà nell'antecedente.

Esempio.

Sia la ragione de' pesi come 8:3. Sotto due volte il ternario dal numero 8, e mi restano i due numeri 2, 3. Levo il residuo 2 dal 3, e per una parte ho il binario, e per l'altra l'unità. Io qui mi fermo, e passo alla costruzione. I due pesi 2, 1 collocati nei siti C, F (Fig. 10.) sieno costituiti in equilibrio circa il punto A di sostentamento, al quale si applichino i tre gravi 2, 3, 3, onde l'aggregato di tutti i pesi addossati alla stadera, e che aggravano la mano B, si esponga per il numero 12 eguale alla somma de' due pesi dati $8 + 3$. Il grave 2 si rimova dal centro A, e si congiunga col corpo I situato in F, mentre che il peso eguale 2 cammina da C sino in E, essendo pari i discostamenti AF, CE. Qui abbiamo la massa in $F = 1 + 2 = 3$ equilibrata colla massa in $E = 2$ in ragione sesquialtera, e nella stessa proporzione reciprocamente le distanze FA, EA. Dappoi trasferisco sotto il punto E uno dei pesi 3 appeso al centro A, e nel tempo stesso faccio, che il grave 3 posto in E si collochi in I, tanto lontano da F, quanto l'altro $= 3$ è stato rimosso da A; ed in tal modo il peso $I = 3$ starà in bilico col peso $E = 2 + 3 = 5$ essendo la distanza $AE = 3$, e la corrispondente $AI = AF + F I = 2 + 3 = 5$. Per ultimo s'aggiunga di bel nuovo alle due masse situate in E la terza $= 3$ levata da A, onde il peso in E sia $= 8$. E nell'atto medesimo il peso $I = 3$ pervenga in K, fatti pari i dilungamenti IK, AE. I due pesi in E, ed in K per la costruzione equiponderanti sono fra loro in ragione di 8:3, e nella stessa ma reciproca i discostamenti AE, AK dall'ago A della stadera.

COROLLARIO.

IX.

La proporzione inversa fra i pesi, e le distanze, che in qualunque caso si verifica, mi somministra una general conseguenza, che allora si fa l'equilibrio, quando dall'una, e dall'altra banda dal punto di sospensione A (Fig. 11.) i rispettivi prodotti dei pesi, e dei discostamenti serbano l'uguaglianza. Ed è facile a dimostrarsi, che ciò interviene non solamente in due

due nesi, ma in molti ed in qualsivoglia novero. Sieno attaccati alla verga EK i cinque pesi P, Q, R, S, T, due a destra, e tre a sinistra dell'appoggio, e sieno i due prodotti $P \times EA + Q \times CA$ uguali ai tre $R \times FA - S \times IA + T \times KA$, i prodotti pesi, o in luogo d'essi surrogare altrettante potenze di qualsivoglia genere staranno in equilibrio.

Egli è vero, che la mia maniera di procedere non abbraccia le proporzioni o sforde, o trascendenti, che fra le potenze, e le distanze possono mettersi: ma di ciò non mi piglio fastidio, sapendo io, che queste ragioni inespugnabili si restringono fra limiti razionali, che ad esse vieppiù si accostano, onde il divario di qualunque dato falli minore. Per la qual cosa vanno maneggiate come le razionali, e nel caso nostro alla premessa legge soggiacciono.

SCOLI Q.

X.

Dimostrato il canone dell'equiponderanza, resta che si accomodi alla pratica uno degli avvertimenti da me superiormente insinuati, e veggasi, se per avventura ci si fa palese un qualche rapporto tra la verità scoperta, ed alcune di quelle, che altronde ci sono cognite. Se due corpi molli, ed inerti direttamente s'incontrano con quantità di moto eguale, cioè a dire che le masse sieno in ragione reciproca della velocità; la forza viva, che in ambo i corpi risiede, si spende tutta nel produrre la contusione, e viene, per così dire, dallo scambievole ammacramento assorbita; a tal che dopo l'urto, e la mutua azione, e reazione le masse alla totale quiete riduconsi. Nel caso nostro parimente la forza morta della gravità, dalla quale amendue i pesi sono alla discesa incessantemente sollecitati, ogni qual volta le masse si rispondono in proporzione inversa delle distanze, tutta quanta essa è, nel premere il sostegno s'impiega, e s'inabilità a generare qualunque menomissimo movimento. Quindi si raccoglie, che la stadera altro non è, salvo che un pendolo composto, in cui sono talmente ordinati nelle assegnate circostanze i pesi, o le potenze equivalenti, che nulla della loro energia se ne consuma nello stirare, o nel comprimer la verga, nulla nello stimolare le masse al moto, ma tutta intera nell'aggravare il sostegno unicamente si adopera. Queste relazioni ci aprono un largo campo di filosofare, mentre delle menzionate verità si cerchi l'intima connessione: ma io levo la mano dalla tavola.

CAPITOLO QUARTO

Degli esperimenti.

I.

HO detto nella prefazione dell'Opera, ed ora mi nasce l'occasione di ripeterlo, che i problemi fisici per la maggior parte richiedono, che si assuma un fenomeno ben avverato, da cui si cavino le opportune conseguenze, che ci servono di guida per iscoprire le leggi della Natura. Con questi tre passi si perviene alla soluzione del quisto: ma nel moverli un dopo l'altro ci si parano innanzi gravissime difficoltà. Per ora mi tratterò solamente sul primo, e premetto, che le osservazioni, e gli esperimenti sono que' mezzi, i quali unicamente ci danno contezza delle naturali apparenze. Osserva colui, che si vale de' proprj sensi nello stato, in cui si ritrovano, e senza industria di sorta riceve in se stesso le immagini degli oggetti. All'incontro se per penetrare più addentro nella struttura de' corpi, non bastando le semplici superficiali ispezioni, si mettono in uso stromenti, ed artifizj appropriati, ciò dice si sperimentare.

I sensi ci aprono le porte della Fisica, per le quali appena entrati dalla varietà delle cose tal fiata straordinarie, e dai differenti aspetti, in cui ci si affacciano, svegliati in noi la ammirazione, e la curiosità, si è cominciato a filosofare. E siccome ci siamo indispensabilmente serviti de' nostri sensorj sin dalla prima infanzia, età in cui nulla, o poco si riflette; così conviene in qualunque incontro adoprarli, giusto la loro presente costituzione. De' giudizi, e de' raziocinj abituali, che si sono fatti in passato per migliorarli, non se ne conserva la memoria, e poco si bada a quelli, che di tempo in tempo secondo il bisogno, e le congiunture si van facendo. Dal frequentemente usare i sensi, traesi il beneficio di renderli assai più acuti, e delicati. Sottilissime oltre l'ordinario costume degli Uomini sono l'orecchie de' periti Musici assuesfatte ai rapporti armonici, le quali discernono le consonanze più semplici scordate per l'ottava, o per la decima parte d'un coma: e coloro, che tutto di sono avvezzi a maneggiar monete, col lasciarle solamente scorrere per mano, distinguono le false dalle buone, e le scarse da quelle di giusto peso.

II.

Si suol credere comunemente, che i sensi bene spesso c'ingannino, e che l'uno corregga l'altro, ovvero tal fiata emendi se stesso. Sostenevano i Setici, che sono sempre incerti, e fallaci; e gli Epicurei, che ad essi non si debbe mai negar fede. Io dico, che ogni sensazione, qualunque ella sia, ci palesa una fisica verità; conciossiachè attese le particolari circostanze, e
salve e

salve le leggi inviolabili della Natura, gli obbietti esterni non ci possono essere rappresentati altrimenti. Come dunque ci sarà mai delusione, se le cagioni sono reali, e sincere, ed incapaci di disgiungere gli effetti? E' celebre lo sperimento del remo immerso nell'acqua, che piegato, e rotto apparisce. Mentre estratto dal fluido si vede dritto, ed il toccamento colla seconda visione si accorda. Ma qui si rifletta, che i raggi lucidi in passando dal mezzo più denso al più raro, cioè dall'acqua all'aere, necessariamente s'inflettono, e non continuano il loro viaggio per linea retta. In ordine a ciò l'immagine del remo, che portano all'occhio, dee parer ripiegata; avvegnachè se nel caso addotto l'obbietto facesse di se mostra nel suo stato naturale, non ci sarebbe criterio per venir in cognizione d'una importante verità, che concerne le infrazioni del lume. All'incontro se il bastone è collocato nell'aria aperta, o tutto tuffato nell'acqua, la vista non ce lo presenta siccome incurvato, e nel tempo medesimo ci ammonisce, che immergendolo, o sollevandolo in parte, non c'è motivo valevole per fare, che si scavezzi.

I sensi non si reputino falsi, ed ingannevoli, nè in ciò certamente consiste la loro imperfezione. Sono difettosi piuttosto o per mancanza di naturale attività, che si ristringe dentro limitati confini, o perchè non usandoli frequentemente, e non riflettendoci sopra, stanno indietro, e non ci scoprono tutto ciò, che manifestarci potrebbero. Sarebbe in pronto il rimedio, se ad ogni subbietto di minutamente applicarli ci fosse concesso. Egli è impossibile d'impossessarsi d'ogni mestiere, ed un Artefice nelle materie, che ha per le mani sente molto più di qualunque persona dotta, e svegliata. I Filosofi stessi non arrossiscono d'interrogare gli operaj intorno alcune segrete particolarità, che nei misti risiedono, e specialmente i Chimici, che de' prodotti naturali istituiscono un'accuratissima analisi.

Per supplire ai menzionati difetti, la sagacità de' Fisici ha inventati parecchi ingegnosi stromenti, che avvalorano i nostri organi, ed ampliano le regioni de' sensi. Ben è vero, che la Natura nelle sue operazioni si adopera con tal maestria, e ne riduce gli elementi a tal picciolezza, che li sottrae alla giurisdizione de' sensorj anche da' più squisiti ordigni ajutati. Per la qual cosa conviene imitare naviganti, che intesi a scoprir nuove terre, o si contentano di additarle da lontano, o di afferrare le spiagge, ed ivi fermarsi, frastronati da insuperabili ostacoli di penetrare nell'intento de' continenti. A buon conto ne' investigamenti naturali è concesso ai Moderni di pervenire laddove gli Antichi privi de' necessari soccorsi non potevano sperare di giungere, ed i Posterj con novelle ritrovate si apriranno altre strade, per ridurre i sensi a maggior perfezione. Intanto il baroscopio del Torricelli, e la macchina del Boile an fatta nascere l'Aerometria, scienza coltivata dall'Eruditissimo Wolfio. Con i termometri si misurano i gradi del calore, cogl'igrometri quelli dell'umidità dell'aria, e cogl'idrometri la gravità specifica de' fluidi. Ci sono stromenti, che ci danno contezza delle rarefazioni, e delle costringizioni de' solidi, ed altri di simil fatta, de' quali non si vuol fare menzione. Ma dove lascio i cannocchiali, ed i microscopj, che ci mettono anzi gli occhi una vasta estensione di mondo incognito ai

no.

nostri Antenati? Basta por mente al grand' apparato di macchine d'ogni sorta introdotte in grazia di ripetere d'anno in anno i corsi della Fisica esperimentale, e fabbricate quasi direi per render visibile, e palpabile la scienza della Natura. Su questo punto non si defraudino della lode giustamente meritata i Signori 's Gravelande, e Muschembroek.

III.

Con tali sussidj ritorniamo francamente all'esperienze, delle quali mi accingo a tener discorso. Sopra ogni altra cosa stiamo oculatissimi, che sieno vere; perchè altrimenti l'edifizio, che d'innalzar si pretende, si fonda sul vano, e surge una mole fantastica, che non ha punto che fare col presente sistema della Natura: se pure non entriamo bene spesso in un mondo d'impossibili, del quale non si conoscono le ripugnanze. Si pecca doppiamente, e nel fenomeno falso assunto siccome principio, e nelle conseguenze, che ben dedotte sono insalubilmente assurde, ed essendo illegittime agguingono errore ad errore. Alcune volte gli sbagli si affociano colla buona fede, ed avviene, che o per innavvertenza, o per fretta di sapere ci paja di veder l'invisibile, e di toccar l'intangibile. Ma più frequentemente il prurito di contraddire, o la ostinazione di difendere le proprie sentenze fa traviare i Filosofi dal diritto sentiero della verità.

Nel corso di questa mia fatica i Lettori ne troveranno non pochi esempi, che si vogliono per lo più attribuire a qualche svista innocente. Qui metto a campo le osservazioni del Divini contrapposte a quelle dell'Ughenio intorno le apparenze strane di Saturno scoperte in prima, ed abbozzate dal Galileo. In que' tempi si disputò su tal soggetto con calore; perchè sotto la maschera del Divini si nascondeva il P. Onorato Fabro della Compagnia di Gesù. Ambo i litiganti proposero con efficacia le conghietture: ma la contesa era principalmente di fatto, o per meglio esprimermi, d'occhio armato di squisitissimi telescopj; attesochè non concordando ne' fenomeni i due celebri Avversarij, non è maraviglia, che fossero diverse le conseguenze. Gli Astronomi posteriori, purificate le osservazioni, anno decisa la quistione a favor dell'Ughenio, ed ai giorni nostri ognuno sa, che Saturno, oltre l'essere corteggiato da cinque Satelliti, è cinto da un solido anello, e che questa, esclusa tutte le altre possibili, e l'unica posizione, per cui ci vien fatto di soddisfare alle apparenze.

La memoria mi suggerisce un secondo esempio. E' uno scoglio dell'Isofstatica, in cui anno urtato da un secolo in quà i più illustri Matematici, l'esperimento de' tubi capillari tuffati ne' fluidi. Pare, che si perturbino le leggi dell'equilibrio; imperocchè tutti i liquori da noi conosciuti più, o meno s'alzano sopra il livello, e vi si sostentano, eccettuato il mercurio, che per lo contrario discende, e tanto più i divisati effetti sono sensibili, quanto il foro dell'cannellino è più angusto. Sarebbe un non finirla mai, se mi pigliassi la briga di riandare ad una ad una le sentenze de' Fisici sopra questo curioso fenomeno. A' nostri prevale l'opinione Nevvtoniana, che ne attribuisce la vera causa all'attrazione, o alla repulsione del vetro,

vetro, ed appresso vuole, che la forza attrattiva, o ripulsiva sia proporzionale alla superficie interna del tubo; nulla avendoci che fare la maggiore, o minor grossezza della zona vitrea, che circonda il vano, nè conseguentemente la massa solida del cristallo. Benchè sia impercettibile come una superficie, quantità puramente matematica, eserciti azioni fisiche; tuttavia l'accuratissimo Muschembroek con una speriienza alla mano dava peso alla premessa spiegazione. Immersa la cannuccia nel liquido, il quale saliva alla consueta sublimità, e spezzato destramente il fusoncino dalla parte superiore ripieno soltanto d'aria; vide, o gli parve vedere, che il fluido sensibilmente calasse a basso: e così aveva a succedere; mercè che minorata la superficie, ed insieme l'energia dell'attrazione, non dovea reggersi il liquore all'altezza da prima acquistata. Il punto sta, che alcuni Valentuomini diligentissimi sperimentatori, replicata più fiate l'osservazione, mi anno assicurato concordemente, che non è vera, e che il vetro nell'atto di rompersi si mette in tremito, e comunica al fluido un qualche appena notevole bilanciamento: ma che ridotte le cose alla quiete, il liquido nel suo solito posto mantienfi. Quindi se le conseguenze nascenti da un fenomeno falso favoriscono la teorica delle attrazioni; non saprei dire dove andasse a riuscire la faccenda, qualora dal vero legittimamente si deducesse.

IV.

Agli esperimenti erronei vengono dietro gl'imperfetti, e manchevoli. I primi introducendo sistemi immaginari, e assurdi, sconvolgono da capo a fondo la scienza della Natura: i secondi o inavvedutamente ne frastornano gli avanzamenti, o sono una sorgente perenne d'inavvertenze, e di equivocazioni. Anno essi luogo qualunque volta qualche circostanza ci sfugge dinanzi gli occhi, o pure non ci si pone attenzione, ovvero si giudica di poca importanza, e si trascura siccome aliena dal soggetto, e non adattabile alle nostre anteriori prevenzioni. Fa di mestieri tener conto d'ogni picciola particolarità, e d'ogni minuto elemento, sebbene appena ci colpisce i sensi, e la fantasia; conciossiachè siamo soliti a fermarci su quegli obietti, che da prima ci si affacciano, e fanno sulla nostra mente una maggior impressione. In questo mentre una singolarità apparentemente lieve o non palese, o negletta è sovente di tal momento, che senza prenderla di mira, e senza coltivarla a dovere, non ci vien fatto di mettere in chiaro certe leggi fisiche, le quali nel più profondo della Natura stanno sepolte.

Il Cavalier Nevvton esaminando alcune proprietà della forza elastica, s'avvide per via di accurate osservazioni, che non c'è corpo fisico dotato d'una perfetta virtù di molla. Lasciato cadere da una data sublimità sopra un'incudine collocata in sito orizzontale un globo solido di vetro, materia forse la più risentita di quante sono a noi familiari, conobbe, che computata eziandio la resistenza dell'aria, la palla non giugneva mai a poggia-
re all'altezza, da cui era discesa; attalchè le linee verticali della caduta,

Tomo II. Opere Ricc.

Ooo

e dell'

e dell'ascendimento stavano in proporzione come 16:15: ragione, che molto si discostava negli altri corpi, ed era per esempio nell'acciajo come 9:5 profissamente. Egli è necessario, che parte della forza acquistata dalla sfera vitrea nel piombare abbasso si perda durante il risalto, ed in qualche altro effetto s'impieghi: altrimenti non si salva il gran principio dell'uguaglianza fra le cagioni, e gli effetti. Pensava dunque il lodato Geometra non esserci altro partito per esplicare il fenomeno, se non se che dopo la percossa, ed il ribattimento restasse nel mobile un lieve vestigio del colpo, cioè una piccola ammaccatura quasi sotto il martello, nel produrre la quale, secondo la varia indole de' corpi elastici, una maggiore o minor porzione della forza primitiva si consumasse.

Concedo, che alle contusioni, le quali dopo compiuta l'azione, e la reazione nelle palle persistono, deggia in parte ascrivervi il debilitamento della forza, e conseguentemente la diminuzione della salita. E' ciò tanto vero, quanto che nelle masse molli mal atte a rifletterli la forza intera si spende nel costipamento delle parti, e nell'attrazione delle figure. Ma quì alla perpeticua del nostro Autore si è sottratto un elemento, ch'entra necessariamente nel soggetto, e che non dovea trasandarsi. Noto dunque, che i globi di vetro, e d'acciajo, e qualunque altro di elasticità fornito, seguita la collisione, rendono un suono distinto più grave, o più acuto, giusto la qualità della materia, e la grandezza dei corpi: il qual suono durerrebbe eterno, se fossero collocati nel vano, e non restasse attutato, ed estinto dalla resistenza dell'aria. Ora non si genera il suono, se le fibre componenti i menzionati solidi non si mettono in tremito, e per ottenere, che conseguiscano un moto locale di palpitazione, e sia vinta la loro inerzia, ci vuol forza: e questa forza altronde non proviene, fuorchè dall'azione della gravità, che accompagna il mobile per la linea del piombo, e si misura dallo spazio verticalmente trascorso. Essa dunque in tre elementi si divide, e si separa. Una parte se ne consuma nello spingere la massa all'insù, ed è proporzionale all'ascendimento: la seconda si conserva nell'elasticità, e l'obbliga ad oscillare: la terza, che in molti casi non ha luogo, passa in forza morta, e dall'ammaccatura viene assorbita.

V.

Importa assai non volgersi altrove, o non chiudere gli occhi ad un lume, che alle volte potrebbe essere quello, che ci rischiara. Muovo una questione, e dimando, se diasi in Natura una perfettissima molla: le premesse particolarità ci fanno comprendere, che l'interrogazione è equivoca: conciossiachè in due differenti maniere ponno considerarsi gli elastri, cioè o in quanto nel rimetter nulla in se stessi ritengono della forza comunicata, e tutta intieramente la restituiscono: o in quanto spendendosene una parte nel tremito, che in progresso passa nell'aria, non ostante ciò ricuperano esattamente la figura, e non resta in essi segno alcuno di contusione. Io non riconosco corpi elastici del primo genere. Durante il suono, le particelle intestine sono in agitazione, ed in un moto alternato di espansione, e di

e di ristringimento; si mantiene dunque in esse una forza attiva, finattantochè allo stato naturale, ed alla quiete riduconsi. Ho imparato dal Signor Carrè, che due solidi simili della stessa materia si rispondono con suoni tali, che serbano la ragione de'lati omologhi: a cagion d'esempio due palle di vetro concordano in ottava, quando i diametri sono in doppia proporzione. Per la qual cosa una d'esse si può talmente impicciolire, che ritenga in se una forza menoma, ed inassegnabile, ogni qualvolta rende un suono infinitamente acuto, e si riduce ad una quantità infinitesima. A questo limite estremo, cui la divisibilità dell'estensione fisica non giugne mai, come a suo luogo s'è veduto, si accosta assaiissimo la materia della luce, che nelle sue replicate ripercussioni mostra di non discapitare sensibilmente nell'uguaglianza fra gli angoli d'incidenza, e di riflessione.

Risiede bensì in molti corpi una perfetta elasticità della seconda specie, i quali battuti, e ribattuti violentemente, non sentono nelle lor figure alcun detrimento, e piuttosto che ammaccarsi si logorano. Se nelle palle d'avorio, che servono al giuoco del trucco, ad ognuno degl' innumerevoli colpi, con cui si urtano scambievolmente, restasse una qualche orma quantunque picciola di confusione, in breve tempo, coll'aggiugnere ammaccatura sopra ammaccatura, si convertirebbero in tanti irregolari poliedri: lo che, durando esse intatte anni ed anni, all'esperienza ripugna. Le campane di bronzo tormentate assiduamente dal battaglio di ferro, non ostante che nei loro orli si veggano i solchi profondamente scavati, segno evidente, che il metallo si consuma a forza d'iterar le percosse; tuttavia nella rotondità della figura, e nella elasticità non soffrono alterazione. Un esperimento più decisivo è stato pubblicato dal Sig. Conte Giovanni Rizzetti nel primo Tomo de' Comentarj dell'Accademia di Bologna. Abbiassi una lente convesso-convessa di giusta grandezza, ed esquisitamente lavorata ad uso di cannocchiale, che ci rappresenti gli obbietti con distinzione. Si batta essa gagliardamente con un martello in molti siti d'amendue le superficie, e si replichino i colpi a piacimento, purchè non si scheggi, e non si spezzi. Ripostala poscia a suo luogo, e preso di mira il solito oggetto, si osserva, che l'immagine ricevuta dall'occhio in conto alcuno non si difforma. E da ciò si ricava, che le percosse non perturbano la figura lenticolare, che dal vetro terminate le oscillazioni, compiutamente si recupera.

Epilogando le cose dette conchiudo, che dall'aver posto attenzione all'elemento del tremito, per cui dopo la collisione i corpi elastici si scuotono, singolarità dai Fisici non avvertita, si viene in cognizione di parecchie verità sconosciute. Dai premessi principi potrei dedurre alquante curiose conseguenze, che più da presso alle proprietà delle molle appartengono. Intanto si vede chiaro, qualmente nella mutua azione de' corpi, che non siano affatto molli, ed inerti, ma alquanto risentiti, i quali soli si danno in Natura, si distribuiscano parte in vive, e parte in morte le forze operanti, e mi sono noti alcuni fondamentali teoremi dinamici, che di buona voglia lascio all'industria de' Leggitori. Di più si scorge in che consista la massima perfezione, di cui sono capaci gli elastici fisici, la quale si restringe soltanto a conservare illesa la lor figura. Per altro il pretendere,

Ooo 2 che

che della forza ad essi partecipata nulla in se ritengano, e di tutta coll'intera-
 tieramente restituirla si spoglino, questa è una ipotesi matematica, che non
 ha luogo, se non se nelle masse infinitamente menome; attesochè nelle
 finite si varia conforme le circostanze, e dipende principalmente dalla qua-
 lità, e dalla quantità della materia, di cui i corpi sono composti.

VI.

Un'altra sorta di esperienze mi si parano innanzi, comechè quasi
 inutili per non essere dotate del pregio della secondità. Volgendosi da tutti
 i lati una cosa medesima sotto molte sembianze ci comparisce, ed a forza
 di moltiplicare l'osservazioni, ed accrescere in tal guisa il numero dei da-
 ti, pare che abbiamo quanto basta per soddisfare al fenomeno, che ci sia-
 mo proposti di esaminare: ma le apparenze sono così sterili, che non ci
 somministrano le illazioni atte, e necessarie ad isvelare l'economia delle
 leggi naturali. O dunque siamo sempre da capo, e s'incorre in manifeste
 petizioni di principio; o si allenta il freno alla fantasia, e si dà corso alle
 ipotesi arbitrarie; ovvero si accumulano fenomeni sopra fenomeni, e nello
 sviluppare ciascuno d'essi, sia principale, o sia secondario, si prova una pa-
 rti difficoltà. La diligenza, e l'assiduità di sperimentare ampliano la storia
 della Natura; e quanto più materiale si raguna, tanto più prontamente l'e-
 difizio s'innalza. Chi sa, che taluno di più fino ingegno guarnito, massi-
 me con l'aiuto di qualche novella osservazione, non faccia uso delle preco-
 noscenze, che abbiamo alle mani presentemente, ma non sappiamo valer-
 cene. Da picciolissime cose nascono soventemente le sublimi, ed inaspetta-
 te scoperte; succedendo tal fiata, che dopo aver meditato lungo tempo, e
 senza profitto intorno un astruso soggetto, un lume improvviso, a guisa
 di lampo passeggiere, ci colpisca, e ci rischiari; per modo che le tenebre,
 che ci offuscavan la mente, in un attimo si dileguino. Mentre si cammina
 per istrade oscure, anco questi baleni ci soccorrono, e fanno sì, che si
 muovano con sicurezza i quanti passi verso la verità: laonde basta dar un'
 occhiata alle maravigliose ritrovate de' Moderni, ed apparirà, che sono
 bene spesso spuntate da minutissimi semi ben coltivati. In oltre io noto,
 che quelle medesime esperienze, che adesso si giudicano insufficienti per rin-
 tracciare le leggi regolatrici del segreto magisterio della Natura, se avver-
 rà mai, che questo una volta o l'altra si palesi, ad esso si sottoporranno,
 e si ravviterà la lor immediata dipendenza dai canoni fondamentali. Potrei
 dispensarmi dal recar esempi confacenti alla mia intenzione; conciossiachè
 i fenomeni appoggiati alla certezza dei sensi, de' quali non si fanno le leg-
 gi, e che per tal motivo sono infcondi di conseguenze, cadono tutti sotto
 la presente ispezione. Per farne buon uso, fa d'uopo che sopravvenga
 una qualche nuova, ed opportuna notizia, ed intanto contentiamci della
 evidenza di fatto; perchè non è d'ogni stagione ogni verità.

Io non so, se ci sia prodotto naturale, che maggiormente abbia sve-
 gliata negli uomini l'ammirazione, e tirate a se le specolazioni dei Filo-
 sofi vecchi, e neoterici, quanto la calamita. Gli esperimenti quà e là sparsi

a mi-

a migliaja si leggono; ed i volumi, che parlano di tal materia, empirebbero una gran Biblioteca. Non c'è appena Fisico di riputazione, che non siasi messo in puntiglio di dare un saggio delle sue forze: quasi che nel dilucidare l'oscurissimo subbietto, consistesse tutta la scienza della Natura. Io non biasimo gli sforzi altrui: ma quando rifletto, dove sia andata a riu-
scir la faccenda, mi avveggo, che non sono sorte alla luce, salvo che ipotesi stravaganti, ed immaginarie, le quali alla maggior parte de' fenomeni magnetici mal corrispondono.

Reca stupore, che non solo agli Antichi, ma ai Moderni eziandio, principiando dal Gilbert, e passando al Gassendo, al Cartesio, al Cabeo, al Leotaudo, al Fabro, al de Chales, con altri parecchi, i quali anno pos-
suto sul tavoliere gli atomi uncinati, le particole spirali, le qualità da due faccie, e simili sottigliezze, che da se stesse si spuntano; reca diti stupore, che ad alcun di loro non sia caduto in pensiero d'investigare la legge, con cui la calamita tira a se il ferro, e di misurarne la forza per rapporto alle differenti distanze. Siamo debitori dell'inchiesta all'Inglese Taylor, ed agli Olandesi s. Gravesande, e Muschembroek, che ne anno con accuratezza istituiti gli esperimenti. Ogni magnete, attesa l'imperfezione della materia, di cui è composto, di pari virtù attrattrice non è corredato. Se ne trovano dei più deboli, e de' più robusti, e perciò mal si accordano le osservazioni; di modo che l'assumere l'una piuttosto che l'altra, siccome base de' nostri divisamenti, con assai maggiore probabilità il vero si perde di vista, ed il falso incautamente si adotta.

Questi esperimenti ambigui sono d'un grande inciampo nelle fisiche ricerche, ed alle volte senza nostra colpa ci guidano inevitabilmente all'errore. E' propizia l'occasione, che mi si porge, per avvertirne gli studiosi della scienza naturale, onde non si lascino sorprendere. Secondo me l'unico riparo al disordine consiste nell'attenerli alle sperienze di limite. Quando le calamite sono d'ottima qualità, e colle artificiose armature di ferro il lor vigore si accresce, esercitano forze tali, che si accostano prossimamente alla ragione reciproca quadruplicata delle distanze. I conati acceleranti diretti al polo stanno qualche poco indietro, ma non arrivano mai a superare l'assegnata proporzione. Conviene dunque abbracciarla siccome legge fondamentale; conciossiachè facilmente interviene, che la virtù magnetica s'infievolisca, a cagione specialmente delle materie eterogenee, che colle calamite si mescono; ma non si può escogitare elemento, che l'avvalori, e polso, e lena le aggiunga oltre la sua naturale costituzione.

Molti anni fa io mi sono accorto di questo canone, e ne ho dato un tocco ne' Giornali d'Italia, mentre ad altre specolazioni era inteso. Sin d'allora non m'erano ignoti i dati, ed i mezzi per dimostrarlo, e le conseguenze impensate, che se ne deducono. Questo punto di veduta ci scopre una parte starei per dire inassegnabile dell'imbrogliatissimo subbietto, nè ci dà il modo di spiegare altre moltissime proprietà della calamita assai più perplesse, e recondite. Donde proviene, ch'essa si volga ai Poli terrestri, e che rimossa dalla sua direzione torni da se stessa a rimettersi: donde, che non solo in differenti paesi, ma nel medesimo sito declini ora ver-
so

fo Oriente, ed ora verso Occidente, e che senza mai ridursi alla quiete; si mantenga in una perenne titubazione da determinati limiti circonscritta? Chi mi assegna le cause, e le leggi di cotali fenomeni, ed ineguali movimenti. Gli sforzi del dottissimo Hallei, comechè ingegnosi, e degni di un Fisico suo pari, vanno tuttavia a terminare in ipotesi nè dimostrate, nè dimostrabili. Inferisco per tanto, che gli esperimenti, i quali si sono fatti sin ora intorno il magnete, anno apportato pochissimo profitto alla Fisica teorica, e vanno riposti tra i fenomeni, di cui non si fa per anco render ragione. Di ciò, che in progresso accaderà, io non mi costituisco mallevadore.

VII.

Mi sono sospetti gli esperimenti, in cui si fa entrare l'analogia. Si assuma a considerare un fenomeno, al quale attese le circostanze, non ci sia permesso di applicare le immediate osservazioni, nè ci sia opportunità di contemplarlo da vicino. Si piglia il partito di cercare un'altro fenomeno riputatosi similissimo a quello, che abbiamo in vista. Sul succedaneo s'istituiscono l'esperienze, e si stabiliscono le regole della Natura, le quali poi al principale coraggiosamente s'adattano. Io mi rapporto al giudizio altrui, se sia legittima questa maniera di filosofare. M'è noto, che la Natura nell'osservar le sue leggi fondamentali si mostra costante, ed immutabile, ma so nell'istesso tempo, che varia nelle secondarie. Per la qual cosa una sola circostanza, che li muti, un solo elemento, che si tolga, o si aggiunga, perturba da capo a fondo l'analogismo, e ci fa andar di traverso.

An fatto un grande romore tra' Fisici i vortici del Cartesio, inventati anticamente da Leucippo, per dare una qualche meccanica idea delle celesti rivoluzioni. Rinnovata dall'Autore Francese grand'architetto d'ipotesi la dimenticata opinione, ha fatto giuocare la materia sottile a suo senno, adattandola a moltissime apparenze, e specialmente all'oscuro fenomeno della gravità. Da prima si è combattuto colle ragioni, e trovò egli in Cristiano Ughenio un gagliardo oppositore. Si disputò, se la forza centrifuga, assai più attiva nell'etere, che ne' corpi nostrali, dovesse spignerli o verso il centro del parallelo, in cui discendono, o verso quello dell'equatore, come in fatto succede. Per la prima sentenza s'era dichiarato l'Ughenio, e perciò fu astretto a riformare la posizione, fingendo per salvare i fenomeni, che il fluido eterico circoli in tutti i sensi, e per tutte le direzioni. Il Saurin si prese il carico di rispondere alle obbiezioni, e di ristore l'ipotesi Cartesiana, ma a nuove contraddizioni si espone. Altri anno battuto altre strade nel difenderla, o nell'impugnarla, ed ebbe corso per breve tempo il trattato del Signor Villemot ad essa favorevole, ed all'incontro le recò un colpo mortale il Cavalier Nevvton nello scolio annesso alla proposizione 53. del secondo libro de' suoi Principi. Ultimamente per darle colore, se non se di verità, almeno di verisimilitudine, è uscita fuori un'ingegnosissima dissertazione del Sig. Giovanni Bernoulli, in cui ha det-

to quanto ragionevolmente può dirsi: sebbene essendosi addossato l'assunto di secondare le Gallicane prevenzioni, dubito, ch'egli medesimo ne fosse interamente persuaso.

Dopo tanti contrasti pareva, che l'esperienze dovessero decidere la controversia. Si sono fatte, e ripetute, e si è posta ogni industria, perchè ai movimenti in giro dei Pianeti esattamente corrispondessero. Taluno strabillerà nel vedere, che giusto l'adagio antico si racchiuda dentro una noce l'Illiade. Ristrigneva l'Ughenio tutta l'ampiezza de' Cieli in un cilindro di vetro ripieno d'acqua, e girante velocemente intorno il suo asse, in cui nuotavano alquante bricide di ceralacca. Con maggior avvedutezza ai cilindri si sono surrogate le sfere, ed io non conosco Scrittore, che più diligentemente di Giorgio Bernardo Bulfingero nel primo Tomo della Imperiale Accademia Petropolitana, ed altrove abbia maneggiati gli esperimenti di tal genere. Ha notato in quali precise circostanze le particole solide trasportate dal ruotamento del fluido si ragunino a formare un nocciolo sferico concentrico al globo di vetro, e dopo essersi lusingato d'aver sparso nuovi lumi sulla materia, confessa che molto resta ancora a desiderarsi. In sì fatti tentativi appena io ci scorgo un'ombra d'analogia, o almanco la similitudine è tanto lontana, ed il meccanismo così diverso, che nulla si può concludere di accertato. L'acqua circolante è cinta da una crosta dura di vetro, e perciò gli atomi del fluido incessantemente si riflettono, e si perturbano, nè possono con regolarità in giro diffondersi. Le particelle acquee tendono al centro del vortice artificiale, e nello stesso tempo verso quel della terra sono cacciate dalla lor gravità. Non è comparabile la sottilighezza dell'etere colla corpulenza dell'acque, nè stanno a confronto le forze elastiche de' suddetti fluidi. Finalmente afferma il Bulfingero, che per procurare il nucleo sferico, anno a disporli le cose in maniera, che le forze sollecitanti sieno proporzionali alle distanze dal comun centro: laddove nelle celesti rivoluzioni stanno in ragione reciproca duplicata delle distanze medesime. Basti l'addotto esempio, che in Fisica non è solo, ed altri parecchi se ne potrebbero aggiungere, per ammonire coloro, che della scienza naturale si mostran vaghi, con quanta circospezione vada fatto uso di quella sorta di esperimenti, che si fondano sulle analogie.

VIII.

Rimane, che si ragioni d'un genere di sperienze ingannevoli, non già perchè sian o false, o equivoche, ma perchè mescono insieme fenomeni differenti, della convenienza, o della discrepanza de' quali non abbiamo piena contezza. Per la qual cosa apparentemente una osservazione all'altra ripugna, un fatto all'altro si oppone, e nascono dubbietà di difficilissimo scioglimento, che c'ingombrano l'intelletto, e ci tengono sempre mai, o per lungo tempo perpleksi. Lo svilupparsi da tali imbrogli ci costa studio, e fatica; ma qualche volta farà per lo migliore il non curarsene, non dovendo noi diffidare dell'evidenza per lasciarci sedurre dall'incertezza.

Egli

Egli è impossibile, che tra due verità ci sia vera contraddizione, e se a prima vista ci sembra, che una distrugga l'altra; sappiasi, che siamo delusi dalle circostanze, o non avvertite, o mal conosciute.

Ci troviamo in possesso d'alcune proposizioni invincibilmente dimostrate, ovvero d'alquanti fenomeni felicemente dilucidati, e la nostra mente è paga de' suoi divisamenti; perche sono incontestabili i principi, e legittime le conclusioni. All'improvvisa esce fuori una novella esperienza, che ci fa ostacolo, dalla quale pare, che s'inferisca tutto il contrario di ciò, che s'era stabilito. Dobbiamo dunque o cedere, o titubare? no certamente. Convien sottoporla ad un'accuratissimo esame, e specialmente indagare, se di nascosto in essa s'insinui una qualche particolarità estranea al principale soggetto, da cui per avventura proceda la dilusione. Le osservazioni di tal sorta miste di elementi, parte propri della materia, e parte filosofici, ci servono bensì d'inciampo, ma non sono valevoli ad ottenebrare la verità, e non gittano la polvere negli occhi, se non se di coloro, che per comparire spiriti forti, si prendono il piacere di dubitar d'ogni cosa, o di quegli altri, che sono per anco novizi nel mestiere di filosofare. Non occorre lasciarsi raggirare, e basta delle menzionate straniere circostanze, che i meno periti tal fiata dal vero distornano, avere una confusa, e superfiziale notizia. Chi s'invoglia di separarle, e di conciliare l'apparenti contrarietà, volge la mira ad obbietti totalmente disparati, e piglia la briga di deciferare nuovi fenomeni.

IX.

Ciò talora prosperamente succede, ma non per lo più quando la bisogna il richiede. Fa d'uopo, che col tempo, e bene spesso coll'intervallo di qualche secolo, altre cognizioni si acquistino, altre scienze si perfezionino per ottenere, che si scioglano le difficoltà credute insolubili, e le fallaci illusioni svaniscano. Eccone un'illustre esempio. Copernico trasse dall'obblivione il Sistema Pitagorico intorno le rivoluzioni de' Pianeti. Parve sin d'allora l'ipotesi così semplice, e così confacente a spiegare le celesti apparenze, che i più profondi Astronomi alla Tolomaica comunemente abbracciata di lunga mano la preferirono. E nel suo rinovellamento si sarebbe propagata a gran passi, se non che fu combattuta da un argomento, a cui in quella stagione non si sapeva dare adeguata risposta. L'orbita della Terra abbraccia quella di Venere, ed ambo anno il Sole per centro. Non può dunque dal nostro globo vedersi Venere, se non se o di là dal Sole, o tra il Sole e noi, e la differenza tra la massima, e minima distanza si eguaglia prossimamente al diametro del cerchio, per cui Venere cammina, fornito di picciola eccentricità. Per la qual cosa il corpo del Pianeta nelle diverse posizioni dovrebbe mostrarsi sotto varie grandezze, ed i diametri apparenti avrebbero a seguitare la proporzione delle lontananze. E purè ad occhio nudo non si osserva sensibil divario. Appresso per qual ragione non imita Venere le fasi della Luna, e ci si presenta rotonda, anco in quei siti, ne quali dee comparire falcata? Per gli addotti motivi riputati insolubili

bili la maggior parte de' Fisici non aderiva ad un sistema, che nelle sue conseguenze repugnava alle osservazioni.

Chi si fosse avvisato in que' tempi di dire, che nasceva l'inganno da qualche ignota circostanza, e che tale appariva Venere, quale in fatto non era, si sarebbe apposto al vero, ma non sarebbe stato ascoltato. Durò l'equivoco quasi due secoli, sinattantochè il Galileo, indiritto verso il Pianeta un telescopio di novella invenzione, vide con suo stupore le fasi simili alle Lunari, ed i diametri apparenti accresciuti, e diminuiti a misura dei discostamenti; per guisa che tutto cospirava a favorire l'ipotesi Copernicana. Quindi si è cominciato ad investigar la cagione, onde traevano l'origine i fenomeni, che ci tenevan perpletti, e si è conosciuto, che per soddisfare alle obbiezioni, s'aveva a rifuggire ai principj non già dell'Astronomia, ma a quelli della Diottrica. In fatti gli oggetti, che da lontano si mirano, e molto più i lucidi, ed i vivamente illuminati, come Venere per la vicinanza del Sole, appariscono consisi nella figura, e nella grandezza, ed i diametri visuali non degradano in ragione degli allontanamenti. Oltrechè le immagini, che si dipingono nel fondo dell'occhio, sono cinte da una corona di raggi aberranti, ed irregolarmente refratti, i quali per essere vigorosi, si rendono sensibili. Quindi per vedere con distinzione si fa uso de' gran cannocchiali, atti ad accollare quanto basta l'obbietto, e a radere l'avventizia capellatura.

In questo mentre non importa guari l'aver una precisa certezza di quegli estranei elementi, che s'insinuano nelle sperienze, e non importa togliere di mezzo le immaginate contraddizioni. Se ciò può farsi, come nel precedente esempio si è fatto, si metterà in quiete la mente, e nuove cognizioni si acquisteranno. Ma non istà sempre in nostra balia lo sciogliere qualunque nodo, e spesso riesce vano ogni tentativo. Per la qual cosa si trasandino gli esperimenti troppo ricercati, ne quali si mescolano circostanze straniere, ed incognite; bastando il sapere, che ci sono, e che al nostro soggetto non appartengono. Nel presente capitolo al num. terzo ho fatta menzione de' tubi capillari immersi ne' fluidi, ed ho notato, che i liquori noti s'alzano sopra il livello, eccettuato il Mercurio, che si deprime. Non si creda, che l'esperimento sconcerti i canoni dell'equilibrio, nè che si opponga alle dimostrazioni idrostatiche. Ciò, che si è provato evidentemente, tuttavia sussiste, e non ammette eccezzione. Dee dunque dirsi, ch'è si formi un'equiponderanza d'un altro genere modificata da particolarità tali, che senza punto alterare le leggi principali della Natura, ne diversificano gli effetti dipendenti dalle secondarie. A buon conto se altro non ci fosse, non si debbe trascurare l'angustia del cannello, la quale quantunque non sia la vera causa del fenomeno, serve però d'occasione ad alcune potenze fisiche ignote di esercitare le loro azioni. Sin ora i Filosofi, che anno maneggiata la materia per tutti i versi, ci pasceno di ficvoli conghietture, delle quali lungo sarebbe l'ordire la Storia, ed io ne potrei produrre una, che colle altre camminerebbe del pari, se il mio istituto altrove non mi chiamasse.

CAPITOLO QUINTO

Del buon uso degli esperimenti.

I.

HO raccolto sotto alquanti capi generali le sperienze, sulle quali bisogna star in guardia. Ce ne saranno dell'altre spezie di uguale importanza, ed egualmente imperfette; ma ragionando io delle cautele di ben usare le sincere, verranno in parte a farsi palesi. Ed in primo luogo conviene, che l'esperienza sia bene premeditata, e fatta a disegno o di assicurarci della verità di qualche conghiettura, ch'abbiamo in mente, o di convincerla di falsità, e diriggere altrove i nostri divisamenti: perciocchè le sperienze fatte alla cieca, e senza mirare ad uno scopo, sebbene per buona sorte possano alcuna volta illuminarci; pure per lo più sono sterili, ed infructuose, e di pochissima utilità. In secondo luogo abbiassi a memoria la massima di Tolomeo, che il senso ci dà il propinquo, e la ragione l'esatto: nè altrimenti dee succedere; mercè che i sensi non sono tanto vigorosi, che possano tener dietro appunto ai lavori impercettibili della Natura. Nel tempo medesimo stiamo avvertiti, che il prossimo da presso si accosti all'esatto; per modo che sia picciolo il divario, e tale, che non c'induca in errore, ed in vece delle vere leggi naturali ci metta anzi gli occhi della mente le false, e le ripugnanti. Nel fare dunque gli esperimenti si adoperi sagacità, ed attenzione, e nell'osservarsi una scrupolossima diligenza; imperocchè gli osservatori o trascurati, o impazienti frequentemente travedono. Qui vengono in taglio alcuni canoni, che agevoleranno il mestieri difficilissimo di sperimentare.

Gia si è notata di passaggio la differenza, che c'è tra le semplici osservazioni, e gli esperimenti studiati. Aggiungo presentemente, che questi richiedono industriose preparazioni, ed un grand'apparato di macchine travagliate da eccellenti Maestri. Ce ne sono di più semplici, e di più composte, ma tutte debbono costruirsi con somma esattezza. Diasi un'occhiata a quelle, che servono all'Astronomia, scienza rimasta imperfetta parecchi secoli a cagione de' rozzi stromenti adoperati dagli Antichi nel contemplare le celesti apparenze. Per quello appartien alla Fisica, pigliasi in mano le grand'opere de' Signori s'Gravesande, e Muschembrock, i quali di molti ordigni a tal uso destinati ci anno data una compiuta descrizione, e capiremo quanta solerità si ricerchi per iscanfare gli equivoci. In fatti la Natura vuol essere interrogata, e chi brama di obbligarla qualche fiata a rispondere, debbe penetrare nell'interno de' suoi artifizii: lo che non ottiene, senza preparare opportunamente i subbietti, di cui a discorrer si accinge, e farne per così esprimermi l'anotomia. Le superficiali ispezioni recano pochissimo profitto, e per ben possedere un fenomeno, e renderselo familiare, convien valersi degli apprestamenti necessarj; onde l'esperienza si rendan sensibili, e

pa-

483
palefi. Ce ne sono di talmente ottuse, e manchevoli, che appena ci danno indizio di ciò, che andiamo cercando; per guisa che alle volte si cammina a tastone colle pupille bendate.

II.

Il primocanone, ch'io propongo, piglia di mira la materia, base delle osservazioni. Questa va scelta con avvedimento, e circospezione. Tra le molte, che ci si offeriscono, dee preferirsi la più idonea, che sia purgata, omogenea, e per quanto è possibile libera dagli elementi estrinseci, che mal si adattano all'intenzione, e sovente ogni tentativo perturbano. Sopra tutto fa d'uopo eleggere, quella sorta di materia, che in grado eminente, o almeno più di qualunque altra analogia, sia fornita delle particolari proprietà, che cadono sotto la nostra ispezione. Coll'operare diversamente, ad ogni passo s'incontrano ambiguità, e ci sfuggono dinanzi gli occhi le più minute importantissime circostanze.

Negli anni miei giovanili mi capitavano alle mani parecchie esperienze del Signor Carrè membro della Regia Accademia delle scienze stabilita in Parigi. Professava egli di determinare col fatto in qual proporzione si rispondevano scambievolmente i suoni de' corpi duri della stessa materia, e di differente figura. Mise a confronto i cilindri d'ogni sorta, e s'inoltrò ad esaminare i parallelepipedi diversi in tutte e tre le dimensioni. Il risultato si legge nelle Memorie della suddetta Accademia. Parvemi fin d'allora, che ridotta la cosa alla teorica, ed applicate ai fenomeni le dimostrazioni meccaniche, si sarebbe portata un passo avanti l'Acustica. Tentai dunque l'impresa, e tosto m'avvidi ch'io gittava il tempo inutilmente; perchè in certi casi un'esperienza con l'altra non si accordava, e nelle conseguenze si mostrava palese la ripugnanza.

Levai la mano dalla tavola, e riandando la faccenda conobbi, che l'inconveniente altronde non potea nascere, salvo che dal difetto degli esperimenti. E vaglia il vero l'Autore Francese si è servito di varie spezie di legni, materia affatto inetta per doppio titolo; e perchè il legno nelle sue vene, e nelle sue fibre disugualmente intralciato, non è da per tutto garantito della stessa densità, nè di pari virtù elastica; come altresì perchè è dotato d'una muta sonorità, che non ci lascia discernere esquisitamente i tuoni alquanto più gravi, ed acuti, nè i loro vicini rapporti armonici. Posta per tanto da parte la materia del legno poco confacente all'intento, l'elezione dee cadere su quelle, che ci danno suoni spiritosi, e vivaci, i quali colpiscono gagliardamente l'udito. Quindi si è fatto uso de' cilindri, e de' parallelepipedi d'acciajo, e delle piastrelle circolari di vetro. Io non istarò a rapportare le verità non più intese, che il Con. Giordano mio figlio ha ricavate con orecchio attento dalle sperienze puntualmente eseguite. Lascio a lui il pensiero di pubblicarle unite alle dimostrazioni nel Trattato, su cui sta lavorando, intorno la Musica teorica, e pratica.

III.

Quanto importi il valersi di materia atta nel prendere gli esperimenti, apparirà dal secondo esempio. Quando venne fatto al Galileo di scoprire le vere leggi delle cadute de' gravi, sursero da varie parti, e specialmente in Francia gli oppositori, fra quali basti l'annoverare il Cartesio. Avea l'Italiano statuito, che gli spazj scorsi dai pesi discendenti, cominciando dal punto di quiete, fossero proporzionali ai quadrati delle velocità acquistate, ed i tempi impiegati, come le stesse velocità. Sostenevano all'incontro gli Avversarij, che le celerità seguitassero la ragion semplice degli spazj passati. Ed avvegnachè le dimostrazioni stentano a penetrare nelle menti preoccupate, come pur troppo succede, trovandosi sempre da gaviillare; fu impugnato il Galileo con una copia di sperienze mal immaginate, e peggio eseguite, le quali ridotte a dovere conchiudevano a suo favore. Io non le ripeto, perchè si trovano riferite, ed esaminate dal Gesuita Riccioli. A miei dì si sono per altro motivo rinnovati gli stessi stessissimi esperimenti con l'occasione, che il Leibnizio promulgò, e forte difese a fronte de' suoi Avversarij il suo nuovo Teorema dinamico. Si misurano le forze dei colpi, per accertarsi ocularmente, se due masse date fornite di velocità conosciute producano gli effetti analoghi ai loro prodotti, o pure in proporzione composta, semplice delle masse, e duplicata delle velocità.

Opportunamente si è fatto uso delle palle di metallo, che si lasciavano cadere da varie altezze; ma si sono presi degli sbagli nello scegliere le materie, che in se ricevono le impressioni; conciossiachè debbe adempierli un requisito indispensabile, che l'energia della percossa tutta si consumi in un solo effetto, ed in molti non si disperga. Per la qual cosa non si tenga conto dell'esperimento della bilancia, per cui in una coppa d'essa si fa piombare una massa grave da differenti sublimità, e nell'altra si colloca un peso, il quale s'accresce, e si diminuisce secondo la bisogna, di modo che appena si sollevi. In tal guisa procurata una specie d'equilibrio, si esplora la diversa efficacia dei colpi. Ma l'azione del globo cadente non s'impiega nell'unico effetto di alzare il peso, perchè si divide in molti elementi. Omesse alcune più minute circostanze, se ne spende una porzione nel comunicare il tremoto al giogo della bilancia, e nello stendere le funicelle, ed un'altra nell'ammaccatura della scodella, o nel ribattimento, giusta che i corpi duri, che scambievolmente si percuotono, di maggiore, o minore virtù di molla sono forniti.

IV.

Affai meglio si sono avvisati gli Esperimentatori, i quali prese due sfere metalliche per esempio di ottone, una piena, e l'altra vuota di pari volume, e di differente gravità, le facean discendere, ed urtare in una materia cedente distesa in un piano orizzontale, e dalle fosse scavate misuravano il vigore delle forze agenti. Guardiamci tuttavia dall'assumere certe

mal-

masse composte di minimè particelle staccate, come la farina, la polvere, l'arena, di cui si sono valse coloro, che an procurato di adattare gli esperimenti alle loro preoccupazioni; conciossiachè gli atomi disgiunti nell'atto della collisione in parte si sollevano, e quà e là per l'aere si spandono, afforrendo in tal guisa una porzione della forza viva, che risiedeva nel globo, la quale conseguentemente non si spende, nel profondare la buca. Eleggansi dunque materie tegnenti, e vischiose, come il fevo rappreso adoprato dal Signor Marchese Poleni, il mele, ed il burro alquanto coagulati, ed altre di simil pasta. Così siamo sicuri, che non si dissipa la forza del colpo, e che tutta quanta ella è nel cavare la fossa si esercita. Ma ciò non basta: fa di mestieri, che le buche sian cupe egualmente; onde siamo certi della uguaglianza degli effetti, da cui quella delle cagioni evidentemente si deduce. Ogni qual volta si anno cavità ineguali, egli è malagevole determinare la proporzione fra le resistenze. All'incontro ci sono note le masse delle sfere, e le sublimità, da cui discendono; dunque se sono pari le fosse, pari altresì saranno le forze, da cui vengono scavate. Ora l'esperienza c'insegna, che ciò appunto succede, quando s'eguagliano i prodotti delle masse nelle rispettive altezze, o nella metà de' quadrati delle finali velocità: alla qual legge di Natura ben intesa, e non turbata in conto alcuno dai tempi delle azioni, o delle reazioni, s'appoggia la sentenza Leibniziana.

V.

Oltre la scelta della materia appropriata, la esquisitezza degli stromenti, e l'attenzione nello sperimentare, deesi avere uno scrupoloso riguardo alle circostanze, e sia questo il secondo canone. Esse tal volta mostransi favorevoli, e tal volta contrarie; per modo che o l'apparenza aspettata non comparisce, o almanco notabilmente si diversifica. Nell'uno, e nell'altro caso con facilità in qualch'errore s'inciampa. Una speranza assai delicata sovente non riesce, nè per ciò dobbiamo riputarla falsa, nè creder bugiardi quegli Autori, che ce la propongono siccome fitta, ed ottimamente riuscita. L'inganno suole per lo più nascere dalla negligenza degli osservatori, che trascurano di notare appuntino tutte le particolarità, che al buon esito contribuiscono. Per la qual cosa chi si piglia la briga di ripeterla, resterà bene spesso deluso, se non coglie le necessarie opportunità, ch'essendo troppo recondite, e non avvertite, lo supplirle a luogo e tempo è colpo di mera fortuna. Non è per tanto maraviglia, che della verità d'alcuni fenomeni gagliardamente si disputi. Chi li vede, chi non li vede, e taluno li mira in una maniera, e l'altro in un'altra, a cagione della negletta varietà di certe quasi impercettibili circostanze. Quindi avviene, che tal fiata ad un sistema ben fondato alquanto fallaci apparenze si oppongano, le quali tengono in sospeso i Fisici, e gli distornano dall'abbracciarlo.

VI.

Il soggetto è di sommo rilievo, e cogli esempj vuole illustrarsi. Il Cavalier Nevvton ha promulgati nella sua Ottica moltissimi esperimenti intorno i colori, e specialmente i prismatici generati dalla difrazione del lume. Alcuni d'essi, quantunque fatti, e rifatti in Inghilterra con buon successo, furono richiamati in dubbio, ed espressamente negati dal Mariotte in Francia, dal Diçtero in Allemagna, e dal Conte Rizzetti in Italia. Lungo sarebbe il prenderli tutti per mano, e sopra un solo mi fermerò. Entrà in una camera oscura per un picciolo foro un raggio di sole, che ricevuto da un trigono vitreo, per via di doppia rifrazione s'innalzi, si disperga, e si tinga dei noti colori, e compariscano in serie il rosso, il giallo, il verde, l'azzurro, e il violetto. Poscia scelto un raggio rosso, o giallo, interchiufa a qualunque altro la strada, si faccia passare per un secondo prisma; professano i Nevvtoniani, che essendosi una volta separato il colore dagli altri, coi quali nella luce bianca era misto, e confuso, perseveri sempre lo stesso, nè a nuovo dissipamento, o a qualsivisa alterazione soggiaccia. All' incontro il Rizzetti dopo il Mariotte l'anno sempre veduto accompagnato da una minima fimbria di tinta diversa. Gl' Inglese non negano il fatto, ma rimproverano alle altre nazioni, che i vetri torbidi, ed impuri, di cui si servono, sono totalmente inetti per intraprendere tali sottili sperienze: quasi che l'unico mezzo d'apparare la scienza de' colori, consista nel provvedersi di cristalli fusi nella gran Bretagna, dotati d'una perfetta limpidezza. Il punto della quistione si raggira nell'investigare, se sia più probabile, che dai vetri alquanto foschi nascano que' colori languidi, che dopo la quarta refrazione nella picciola fascia secondaria appariscono: o pure se queste tinte oltre modo fievoli si tolgano alla vista, e restino cancellati dal lume più forte trasmesso dai prismi purissimi d'Inghilterra. Io non m'arrogò di decidere la lite. So bene, che i colori prismatici ad ogni tenue barlume di luce altronde introdotta in un baleno spariscono: e so di più, che assumati leggermente i cristalli troppo fulgidi, e diafani, e così minorata la copia, e l'azione dei raggi solari, le menzionate fimbrie fanno la loro comparsa.

VII.

Agli Astronomi è noto, quanto una luce forestiera perturbi le celesti osservazioni. La vicinanza del Sole, la Luna propinqua, ed illuminata, un qualche languido vestigio di crepuscolo le rende confuse ed incerte. Eglino ammaestrati dalla lunga pratica fanno cogliere le occasioni propizie, e si guardano dalle disfavorevoli. Prima di acquistare le necessarie cognizioni, quanti abbagli si sono presi? La poca esattezza degli Antichi dipendeva in parte dall'ignorare le refrazioni, ed i moderni, sebbene oculatissimi nell'operare, non sono per anco giunti a prevenire tutte le difficoltà, che per istrada s'incontrano. Sono tante, e tali le circostanze non avvertite, le quali nelle osservazioni clandestinamente s'infinuano, che appena si può sperare di

di giugnere all'ultima precisione. Ciò non ostante ogni dì si muove qualche passo. L'inglese Bradley, per mettere in chiaro la paralassi dell'orbe annuo, ha dovuto computar due elementi, cioè la velocità della luce, che trascorre in tempo non mica istantaneo, ma finito uno spazio dato conforme il calcolo del Romero, ed il viaggio dell'occhio per l'orbita della terra, che investito dai raggi delle stelle fisse obliquamente in se li riceve. Il Sig. Eufrasio Manfredi esaminata per tutt' i versi l'ipotesi trovò, che rispondeva puntualmente alle osservazioni.

In questo mentre mi sovviene d'un curioso fenomeno, di cui non so render ragione, attese le circostanze recondite, che l'accompagnano. Volsino due Astronomi verso Giove due telescopj di differente lunghezza, per accertare il momento della immersione d'un Satellite. Un tubo ce la fa vedere più presto, e l'altro più tardi con sensibile divario di tempo. Si conciliano le osservazioni, prendendone una di mezzo infra due, ed in tal guisa per via d'adequazione vengono le longitudini de' paesi prossimamente a determinarsi. Io non credo, che ci possa essere notabile discrepanza, bramerei però, che gli studiosi della Diottrica s'applicassero di proposito allo scioglimento del Problema, viene a dire da qual causa derivino rispettivamente ai tempi le diverse apparenze, se ci sia qualche irregolarità nelle refrazioni de' raggi, che passano per varie lenti, ed in somma se le cose a regole ferme, ed a computi esatti ridurre si possano. Giovarebbe a mio parere confrontare cogli ordinarij cannocchiali i tubi catadiottrici del Cavalier Nevvton, i quali non sono forse soggetti a discernevoli anomalie; perchè senza aumentare gran fatto le immagini, correggono soltanto l'abberrazione dell'occhio, ed accostando gli obbietti lontani, ce li presentano colla debita distinzione.

VIII.

Agli esempj ottici ne aggiungo un'altro tolto dall'Acustica. E' nota per sino alla plebe la famosa esperienza, che battuta una corda sonora ne fa tremare un'altra accordata all'unisono, e questa volgar simpatia usata frequentemente nelle similitudini degli Oratori, e da' Poeti serve di condimento ai popolari ragionamenti. Si è accorto il Galileo, che l'effetto succede, quando toccate o separatamente, o nel tempo stesso due corde si rispondono in qualche consonanza, e doveva aggiugnerci anco in qualche dissonanza, almeno delle più semplici. Non si arriva a tal precisione, se le osservazioni non sono esquisite, se una non dà mano all'altra, e se non si stabiliscono bene i principj. Il Filosofo Linceo non ha veduto tuttocciò, che potea vedersi nella presente materia, ed è stato tratto in errore da alcune particolarità trascurate. S'era egli dato a credere, che i tremori comunicati mettesse in moto le corde intere: ma ciò non avviene, se non se nella ipotesi, che la corda paziente sia unisona ad una parte aliquota della corda agente. Negli altri casi il meccanismo immaginato dal nostro Autore non regge ai colpi della ragione, e dell'esperienza. Due sinicelle musiche in tutto pari, fuori che nella lunghezza, oscillano in maniera, che i numeri delle loro rispettive vibrazioni stanno in proporzione reciproca dei tempi, ed i tempi
in

In ragione diretta delle lunghezze. Per la qual cosa nell'atto di reciprocare, vanno, e vengono con direzioni ora cospiranti, ed ora contrarie: sinattantochè ambo camminano verso la medesima parte, l'una incalza l'altra, ed avvalorà il suo moto: ma quando la più corta compiuta una vibrazione torna indietro, e la più lunga seguita a stendersi giusta la prima direzione; allora scambievolmente si contrastano, e le impressioni favorevoli vengono dalle opposte ammorzate, o almanco notabilmente diminuite. Quinci egli è impossibile, che la corda maggiore nel vibrarsi partecipi alla minore quietà un ondeggiamento sensibile, che per mezzo dell'aere passi a far colpo nell'organo dell'udito.

IX.

Bisogna dunque battere una differente strada, per render ragione del fenomeno. E prima d'ogn'altra cosa è da sapersi, che posta una corda in agitazione, tréma non solamente intiera, ma divisa altresì nelle sue parti aliquote. Assieme colla corda totale fanno le loro particolari oscillazioni le due metà, le parti terze, le quarte, le quinte, le seste, le settime, le ottave, e così di seguito fino a molto minute distribuzioni. Quanto una parte è più grande, tanto rende un suono più forte il quale si lascia agevolmente discernere da un'orecchio perito ed attento, quando non sia equisono al suono principale, cioè a dire non si riferisca ad esso in Ottava semplice, o replicata. I suoni equisoni equivocano assai coll'unisone, e facilmente si confondono l'uno con l'altro. Quindi unitamente col suono della corda intera s'odono, usata una mediocre applicazione, i suoni delle terze, e delle quinte parti: proprietà resa omai nota all'universale dei Musici. Chi volesse sentire distintamente i suoni di molte parti aliquote in serie, ponga in opera il seguente artificio. Preparato prima un ostacolo leggiero, per esempio una specie di molla formata con una delle più grosse corde d'ottone, che s'adopra no nei grave cembali, si faccia vibrar la corda, ed incontante s'appoggi essa molla ad un punto della corda, che sia lontano dall'uno de due scan nelli per la precisa misura di quella parte aliquota, di cui si vuole ascoltare il suono, e si otterrà il fine desiderato. Ammorzati dall'ostacolo i suoni della corda intiera, e delle maggiori parti aliquote, resta illeso quello della por zione prescelta, col quale per altro sono incorporati i suoni di particelle a grado a grado più piccole, che del pari misurano e la nostra parte aliquota, e la corda totale.

Poste al confronto due corde, l'armonia, nella quale si riferiscono, m'ad diterà quelle massime porzioni parti aliquote d'entrambe, che all'unisone si corrispondono. Se la corda grave fa tre vibrazioni in tempo, che l'acuta ne compie quattro, la quarta parte di quella, e la terza di questa sono le più grandi porzioni unisone. Mentre le due corde non differiscono, salvo che nella lunghezza, le porzioni cercate sono fra loro eguali, e pareggiano la massima comune misura d'entrambe le corde. Attenendomi a tale suppo sizione in grazia della semplicità, l'esperienza m'insegna, che per l'azione d'una corda palpita l'altra o intera, o divisa in porzioni eguali, secondo che

che o la corda intèra, o una delle dette parti s'adequa alla nominata massa: ma comune misura delle due corde. Così in virtù della oscillazione della corda (4) trema la corda (3) divisa in tre parti eguali, ed in virtù della oscillazione della corda (3) vibra la corda (4) in porzioni quattro distribuite. Ora cotali effetti si devono forse attribuire alle corde (4) e (3) considerate siccome intere? Chi così pensasse, s'ingannerebbe a partito. La corda totale (4) non pone in tremore la corda (3), o al rovescio. Ci esprimeremo colla debita precisione affermando, che le quattro corde (1) producono suono nelle tre corde (3), o che all'incontro le tre ultime nelle quattro prime generano palpitazione. Alcuni curiosi esperimenti, che qui non è tempo di riferire, mettono in pieno lume una tal verità, e manifestamente dimostrano, che non si comunicano sensibilmente altri tremori che gli unisoni.

CAPITOLO SESTO

Della deduzione dell'assurdo.

I.

IN altro luogo ho dato un qualche tocco intorno que' ragionamenti indiretti, i quali riducono la cosa alla ripugnanza, ed ho notato, che due spezie di assurdi ci si parano innanzi. Alcuni metafisici, e geometrici accompagnati dalla contraddizione mettono capo nell'impossibile assoluto: altri poi, ch'io chiamo Fisici, terminano in conclusioni tali, che si oppongono alle sensate esperienze, ed ai fenomeni della Natura, onde ci si fa manifesta la falsità della posizione: ma non si scorge chiaramente, ch'essa tiri con seco l'impossibilità metafisica non essendo noi abbastanza certi, che in un diverso ordine, e sistema di cose non possa aver luogo l'ipotesi assunta. In sì fatte circostanze io sto alle mie regole circa il possibile, e l'impossibile, e lasciando la decisione. Giudico che siasi fatto quanto aveva a farsi, ogni qual volta si prova ad evidenza, che un'opinione filosofica non va d'accordo colle operazioni della Natura; avvegnachè se i nostri pensamenti colla Natura contrastano, il Mondo, ch'abbiamo in testa, non è quel d'esso, ch'è: esiste fuori di noi, e del quale ci affatichiamo di spiegar le apparenze.

II.

Vivono, e per lungo tratto viveranno moltissime fisiche sentenze abbracciate da varie sette; perchè o non ci curiamo di esaminarle se non se superficialmente, ricevendole siccome notizie appartenenti alla storia dell'umano sapere, o perchè non si fa il modo nè di stabilire le vere, nè di rifiutare dimostrativamente le false opinioni. Egli è un'assioma fisico, che la

Natura non procede per salti, e lo stesso dicasi del nostro intelletto, il quale passo passo da una cognizione all'altra cammina, e se per sorta a mezzo il viaggio trova intercisa la strada, e stimolato dal natural desio di sapere spicca un gran salto, è colpo di mera fortuna, se ben si appone, e nell'error non precipita. Tra le cognizioni da noi possedute, e quelle di cui andiamo in traccia, spesse fiate se ne frammettono delle altre, che ci sono onninamente ignote; laonde nella scala dei pensamenti mancando i gradini, il poggiar più alto è molto malagevole impresa. Chi non giuoca ad indovinare, come si pratica tutto di, debbe indispensabilmente supplirli: ma ciò per lo più non istà in nostro potere; avvegnachè certe idee, e certe particolari considerazioni in ogni mente non si svegliano, e quand'anche non sieno al di sopra della nostra capacità, non ci si presentano con quella prontezza, che la bisogna richiede. Aggiungo, che queste verità intermezze, ed ajutatrici anno talvolta origini lontanissime dal subbietto, che si maneggia, e nascono siccome conseguenze d'un qualche fenomeno non avvertito, o si prendono in prestito da qualche scienza, e specialmente dalla Geometria, e dall'Analisi, o dipendono dalla scoperta di qualche novello metodo. Comunque la cosa sia, ogni buon Filosofo, che ha imparato a far uso della propria ragione, e non si lascia condurre dalla fantasia, dee bensì promuovere in qualche picciola parte le scienze a misura del suo talento; ma ciò che rimane da intenderli, essendo per così dire in infinito, ha da trasmettersi all'industria de' posteri.

III.

Il Tartaglia Matematico Bresciano fu il primo, ch'io sappia, a considerare la linea curva descritta in aria dai progetti spinti per un'obliqua direzione: ed egli la credette una porzione della periferia circolare. Questo grand'Uomo benemerito della Geometria, e dell'algebra non poteva mai colpire nel segno, non essendo a' suoi giorni nota la legge della discesa accelerata dei corpi gravi per la linea del piombo. Il Galileo, che ammonito da alcune sperienze coll'acutezza del suo felicissimo ingegno la mise in luce, s'avvide della conseguenza indi nascente, che la curva de'projecti era una parabola Apolloniana. Ma ciò, che per un verso al Tartaglia, per l'altro mancava al Galileo, il quale era all'oscuro delle preconcoscenze necessarie per isciogliere due problemi assai più ardui, cioè determinare la curva del più celere scendimento, e quella in cui si dispone una catenella da due chiodi pendente. Opinò egli di salto, e giudicando la prima circolare, e la seconda parabolica inciampò in un doppio paralogismo. E col suo esempio tirò parecchi altri in errore: anzi il buon esito nella investigazione della traiettoria dei corpi gravi se si, che pareva non poterli la Natura servire d'altre curve, se non se delle parabole; e presso gli Autori del passato secolo parabola fu stimata l'elastica, e parabola la velaria. Chi si sarebbe mai immaginato, che le menzionate curve fossero della classe delle trascedenti, di cui i citati Geometri non avevano appena sentore, e che per indagarne le proprietà, e la costruzione, facesse di mestieri inventar nuovi metodi, e rit-
dur-

durre a computo le quantità infinitesime almeno del primo, e del secondò ordine. Queste analitiche sottigliezze sembrano affatto estranee alle suddette quistioni, nè il Galileo si sarebbe mai avvisato di battere un tal sentiero: e pure la soluzione de' premessi problemi è quasi ito per dire un corollario, o piuttosto un'applicazione del metodo Leibniziano alla Statica, ed alla Meccanica.

IV.

Attesi i proposti avvertimenti si terrà in guardia il Lettore per non mettere il piede in certe materie astruse, e pochissimo conosciute. Aspettiamo nuovi lumi, e più accertate osservazioni, e meglio circostanziate. Oggi si è cominciato a discorrere di proposito intorno le forze elettriche, e nelle Trasfazioni Anglicane, e nelle Memorie della Reale Accademia di Parigi leggonsi delle curiose sperienze. I fenomeni sono stupendi, e specialmente il passaggio di queste forze da un corpo all'altro. Attentamente sono da me stati ponderati, ed io confido del mio scarso sapere gli ho trovati di gran lunga superiori alle mie forze, e perciò sinattantochè non si fa palese qualche legge in Natura, che ce ne agevoli la spiegazione, di buona voglia gli abbandono a coloro, che o sono destri in fabbricare leggiadre ipotesi, o ci attaccano colla pece le misteriose attrazioni. Oltre ciò intervien bene spesso, che una verità, la quale non si fa scoprire col metodo diretto, venga messa fuori di dubbio per mezzo dell'indiretto. Confesso, che la maniera obliqua, siccome imperfetta, e secondaria non illumina la nostra mente, ma la convince in modo tale, che non ardisce fiatare, e nel tempo stesso si appaga d'aver guadagnata una cognizione. Non contraddico ad Aristotele, il quale dandoci l'idea d'una eccellente, e compiuta dimostrazione prescrive, che venga dedotta dai veri, primi, proprj, ed immediati principj: ma rarissime satanno le privilegiate, in cui tutti i requisiti s'adempiano: e secondo il mio parere le scienze, e massime la Fisica prendono prima di mira la certezza, e poi l'eleganza, la qual condizione se in qualche progresso di raziocinio si ravvifa, merita lode, ma non occorre affettarla in qualunque caso; perchè sovente si perde il tempo, e la fatica, e la verità è sempre pregevole in qualsivoglia soggia ci si presenti. Conforme l'occhio non sempre guarda gli obbietti in faccia del sole, e spesso conviene, che si contenti d'una languida facella, così all'intelletto non è concesso di contemplare il vero a pieno lume in ogn'incontro, ma dee talvolta guardarlo fiso, quantunque in parte adombrato. La strada regia è una sola, e se questa è mal conosciuta, non nuoce il calcare le men principali, purchè alla meta ci guidino. Il maggior intoppo, che abbia a superarsi nell'usare il metodo obliquo, consiste nel rinvenire, e nello stendere il filo del ragionamento, che ci mena speditamente all'assurdo. Di ciò altrove ho favellato: sebbene su questo punto malagevole ad eseguirsi non si possono suggerire regole ferme. Gioverà tal fiata rifuggire alla sintesi, e molto più all'analisi, o ad alcuno di que' metodi, che si esporranno nel presente libro. Intanto daranno qualche lume alla materia gli esempj.

Q992

V.

E' noto, che la teoria de' gravi cadenti, allorchè fu prodotta dal celebre Galileo, incontrò molti impugnatori, i quali eran d'avviso, che le velocità non dovessero seguire la ragione de' tempi, ma bensì degli spazj passati. Durarono qualche tempo ostinatamente le dispute, e sarebbero continuate più lungamente, se il Sig. di Fermat Matematico profondo col metodo della deduzion all'assurdo non l'avesse interamente troncate. Egli dal supporre, che le velocità sieno agli spazj proporzionali, dimostrativamente concluse, che per passare qualunque spazio finito d'uopo sarebbe d'un tempo infinito; la qual conseguenza assurdistima convinse di patente falsità l'ipotesi supposta. Ma avendo di ciò ragionato altrove, mi fermerò più volentieri in un altro esempio.

VI.

S'è reso famoso l'esperimento del Dottissimo Signor Marchese Poleni; nel quale due globi d'equal diametro, ma di massa diversa cadendo da altezze reciprocamente alle masse proporzionali scavano nella materia cadente due fosse della stessa profondità. Alcuni Filosofi, tra quali il celebre Signor Croufaz, per conciliar il fenomeno colle loro antiche opinioni sostenevano, che i tempi, ne quali si forman le fosse, erano in ragione diretta dell'iniziali velocità. Io esaminando con diligenza sì fatta supposizione, mi studiai di condurla all'assurdo in una lettera scritta allo stesso Signor Poleni, ch'egli avendola tradotta in latino ha dato al pubblico colle stampe. Discenda la palla più leggera (Fig. 12.) dall'altezza AC, ed escavi giusta il solito la fossa CD. Tirata l'orizzontale GAF, si esprima colla retta AE il tempo della caduta per AC, e colla retta AF il tempo impiegato della sfera A nel formare la fossa CD. Dal vertice comune C si descrivano le due parabole CHE, CIF, che passino per li punti determinati E, F. Prendasi la seconda palla più pesante B, ma di diametro eguale a quello del globo A, che si collochi ad arbitrio in qualunque punto B, coll'avvertenza però, che sia come la sublimità BC alla sublimità AC, così la massa A alla massa B, e riempita la fossa già fatta CD, la sfera B in cadendo dal punto B farà la sua fossa eguale alla prima, come c'insegna l'esperienza ammessa per bella, e per buona dallo stesso Signor Croufaz.

Sia nella parabola CF l'ordinata BJ relativa all'abscissa BC: io dico, che s'è vera la risposta del suddetto Signore, l'applicata BJ esprimerà il tempo impiegato dalla palla B nell'escavare la sua fossa CD; imperocchè secondo lui i tempi consumati dalle due palle in fare le due fosse uguali, sono come le velocità acquistate dalle suddette due palle cadenti, la prima dall'altezza AC, la seconda dall'altezza BC. Ma queste velocità sono in ragione dimidiata delle predette altezze; dunque i tempi saranno fra loro nella medesima proporzione. Rappresentando per tanto AF il tempo speso dalla palla A nel formar la sua fossa, ed essendo per

la

la natura della parabola come $\sqrt{AC}$ a $\sqrt{BC}$, così AF a BJ , l'ordinata BJ esporrà il tempo consumato dalla palla B nell'escavare la sua fossa, lo che ec.

Premesso ciò, dal vertice D intorno l'asse DA si descriva la terza parabola DKG eguale, o per dir meglio la stessa colla parabola $CH E$, ma solamente diversa di posizione: egli è manifesto, che dinotando le applicate AE , BH i tempi delle discese per AC , BC , se le palle A , B continuassero la loro caduta nel vano per lo spazio CD fatta della fossa, senza incontrare qualsivoglia resistenza, la retta AG esprimerebbe il tempo della caduta per l'altezza AD , e la BK il tempo della caduta per l'altezza BD .

Sottratti dunque i tempi AE , BH impiegati nelle discese per AC , BC , la differenza GE segnerà il tempo speso dalla palla A cadente dal punto di quiete A nello scorrere senza intoppi, e con moto accelerato lo spazio CD , e la differenza KH il tempo impiegato dalla palla B cadente dal punto di quiete B a scorrere nelle medesime circostanze il suddetto spazio CD .

Si determini ora nell'asse AC il punto B in maniera, che la differenza KH sia eguale alla ordinata BJ ; lo che si farà nel seguente modo. Sia la ragione dell'ordinata AE all'ordinata AF , come qualsivoglia quantità n all'unità, e facciasi come $1 + 2n : nn$, così $DC : CB$; sarà B il punto cercato. Ma l'ordinata BJ esprime il tempo, in cui la palla B cadendo dal punto di quiete B escava la fossa CD , e l'intercetta HK dinota il tempo, in cui la medesima palla B cadente dal punto di riposo B scorre nel vano lo spazio CD , senza che qualsivoglia resistenza alla sua discesa faccia contrasto, ed essendo per la costruzione uguali i tempi BJ , HK ; ne segue, che nell'uno, e nell'altro caso la palla B farà il viaggio CD in egual tempo. cioè a dire e quando vi passa con moto libero, ed accelerato, e quando gli ostacoli vi si oppongono, e vi passa con moto ritardato: lo che è manifestissimo assurdo.

In fatti giunta che sia la palla al punto C ha acquistato quel grado di velocità, ch'è conveniente alla discesa per l'intervallo BC ; ma quando cammina per lo spazio CD vano, la sua velocità dalla gravità accelerante in ogni punto di esso spazio si accresce, ed all'opposto quando dee vincere le resistenze, in ogni punto la sua velocità si ritarda; dunque maggior tempo impiega a far la sua fossa, e minore a scorrere per lo spazio libero.

Cresce l'inconveniente, se si prende il punto L fra li due punti C , B , mentre essendo OM maggiore di LN , com'è facile a dimostrarsi, succederebbe, che più lenta camminerebbe la palla B cadente dal punto di quiete L per lo spazio CD vuoto, e c'impiegherebbe più tempo di quello che il detto spazio fosse pieno d'una materia viscosa, e resistente.

Gli esempj, che ho addotti, fanno manifesto, quanto sia utile il metodo della deduzione all'assurdo, principalmente per dar bando ad alcune opinioni, le quali a quando a quando vanno nascendo, e sono d'ostacolo all'invenzione, ed al progresso delle fisiche verità.

CA.

CAPITOLO SETTIMO

Dell' applicazione della Geometria, e dell' Analisi alla Fisica.

I.

Ecco lo scoglio, in cui urtano pressochè tutti coloro, i quali prendon piacere di studiare la Fisica, non solamente per essere informati in via storica de' sistemi antichi, e moderni, ma di più per mettere mano all'opera, e valersi della propria ragione. Alcuni timorosi oltre il dovere si contentano di guardare le cose cogli occhi altrui, e per soverchia paura di fallare, non si arrischiano di adattare i teoremi geometrici, o le analitiche equazioni ai fenomeni, ed alle leggi della Natura. Altri poi si imbroglia-no fuor di modo nel transito, che dee farsi, dalle passioni astratte della quantità contemplate dai Matematici alle affezioni sensibili, ed alle apparenze naturali, che sono gli obbietti de' fisici investigamenti. A' primi manca piuttosto il coraggio, che l' idoneità, e perciò bisogna loro dare animo, e fornirli d'un regolato ardimento. Vorrei, che con meco riflettessero arrecare alle scienze molto maggior beneficio la scoperta d'una verità nuova, e per se stessa, e per le conseguenze indi nascenti, che non apporran danno alquanti errori, parti della nostra fiacchezza. Le verità sono immortali, ed a' posteri in retaggio si trasmettono: all' incontro gli errori muo-jono, appena prodotti, e si seppelliscono. Lo sbagliare in Fisica non è vergogna, ed i Maestri di prima rinomanza talvolta si sono mostrati uomini; laonde i loro difetti coprono i nostri, e possiam dir con Orazio

Scimus, & hanc veniam petimusque, damusque vicissim.

Ai secondi poscia conviene porgere qualche picciolo ajuto, e condurli per mano fuori del cattivo passo, addestrandoli a ben comprendere lo scambie-vole commercio, che passa fra le discipline matematiche, e la scienza della Natura.

II.

Essendo a noi onninamente ignoti i limiti del massimo, e del minimo nella estensione della materia, come altresì gli ultimi gradi e per una banda, e per l'altra delle forze, e dei moti, i quali conforme altrove ho congetturato, non poggiano per un verso all' infinito, nè per l' opposto discendono all' infinitesimo; l' unico ripiego, che ci rimane, giacchè non abbi- am contezza dell' assoluto, consiste nel ben comprendere il relativo. Per la qual cosa

teofa nelle naturali ricerche rari sono que' casi, che non si vada in tracciadi rapporti, e di analogie, e non si ha punto riguardo d'instituire i confronti fra le grandezze di genere disparatissimo. Dove ha luogo il più, ed il meno, e mentre le cose possono ricrescere, e scemare; ivi non solamente si fanno de' canoni generali della quantità, e di tutti i teoremi, che ci somministrano le facoltà matematiche; ma di più una specie di grandezze in cambio d' un' altra francamente si sostituisce. E la ragione si è, perchè la proporzione considerata in se medesima sussiste sempre la stessa; in qualsivoglia maniera si esprima, e non si altera in conto alcuno, quantunque le grandezze, a cui si appoggia, si diversificano. Quinci s' intende la cagione per cui restiamo noi compiutamente paghi, ogni qualvolta ci vien fatto di trasportare un' analogia dalle cose, per dir così, peregrine a quelle, che ci sono più familiari, esponendola o con una geometrica costruzione, o con una formola analitica, o specialmente per via di numeri, de' quali hassi una idea chiara, e distinta. Se dunque le forze tanto vive, quanto morte, le velocità, i tempi, gli spazj, i suoni, e che so io, destramente si rappresentano o colle linee, o colle figure, o con i segni dell' Algebra, e fatta la surrogazione si maneggiano con pari industria; apertamente si scorge in qual guisa le quistioni fisiche passano sotto la giurisdizione della Geometria, dell' Aritmetica, e dell' Analisi.

III.

La principale difficoltà si rigira nel disporre congruamente le artifiziose sostituzioni (avvegnachè il separare i dari del quisto, e l' introdurre gli opportuni preparamenti, sono ostacoli comuni, i quali ci si paran dinanzi anco nelle indagini puramente matematiche.) Per procedere con franchezza, e per non vacillare ad ogni passo, egli è d' uopo aver in pronto, e bene a mente le leggi fondamentali, e generalissime della Natura, di cui sono pieni tutti i libri. Prima che queste fossero scoperte, ed ampliate, confesso, che si camminava tentoni; e per tal motivo gli antichi Filosofi anteriori al Galileo per quanto abbiano pensato, e ripensato, anno pochissimo avvantaggiata la scienza fisica. Ora però, che le suddette leggi ci stanno tutto d' anzi gli occhi sotto ai simboli analitici, e sotto i delineamenti geometrici, ed ora, come tanti luoghi resoluti si frammettono tra i principj, ed i problemi, che prendiamo a sciogliere, e che si sono a moltissimi casi felicemente adattate; pare a me, che s' abbia, dove ricorrere, e che gittate le fondamenta, ed alzata la fabbrica, altro non si richieda, salvo che perfezionarla, ed abbellirla. Nei simboli, e nelle denominazioni abbiamo della libertà sino ad un certo segno: e la ragione già si è allegata; perchè così dall' indole delle relazioni, di cui si va in traccia, ci vien concesso. Assunta una linea per dinotare una quantità di qualsivoglia genere, le altre grandezze eterogenee, che entrano nella ricerca, siccome quelle, che non sono per lo più nè punto, nè poco dalla prima posizione determinate, anno ad eliggerli a piacimento. Ma stabiliti una volta per sempre i valori degli elementi, che cadono sotto la nostra considerazione, le curve locali indi

in ci nascenti altro arbitrio non ci permettono. Ogni parabola Apolloniana è atta a metterci sotto gli occhi la teorica del Galileo intorno i moti accelerati. Discenda il grave dal punto di quiete A, (Fig. 13.) e cammini per la linea del piombo AF, e pervenuto al sito B, s'abbia fornito d'una velocità, che mi è lecito d'esporre per qualunque linea BC. Ed essendo che il tempo impiegato a scorrere lo spazio AB è sempre proporzionale alla velocità, posso esprimerlo o per la retta assunta BC, o per qualsivoglia altra BD, che sia a BC in data ragione. Descrivansi ora col vertice in A due parabole ACH, ADG, una che passi per il punto C, e l'altra per il punto D; io dico, che allo spazio tralcorso per esempio AF corrisponderà la celerità FH, ed il tempo FG: ed in tal guisa le tre prime determinazioni puramente arbitrarie ci somministrano tutte le altre, nelle quali non ha più luogo l'arbitrio. Chi poi desidera qualche più precisa notizia, debbe accoppiare la dottrina Galileana colla speriienza. Per le osservazioni accuratissime di Cristiano Ughenio si sa, che un mobile lasciato piombare dal punto A in una seconda di tempo trascorre lo spazio di quindici piedi, ed una oncia, misura di Parigi. Su questo dato, segno esatta l'assissa AB = piedi $15 \frac{1}{12}$: ma l'ordinata BD, per cui hassi a rappresentare il minu-

12

to secondo, magnitudine incomparabile collo spazio AB, non si può determinare, se non se a beneplacito. In questo mentre delineata qualsivoglia parabola ADG, siccome scala de' tempi, e condotta la toccante DE, è sempre vero, che la sottangente EB sta in ragion doppia all'assissa AB. Mi è noto altresì, che se il grave colla celerità acquistata nel punto B continuerà il suo viaggio con moto equabile, nel tempo BD compierà appunto tanto di strada, quanto è lunga la retta EB. Per la qual cosa vengo in cognizione, che il mobile in cadendo dalla sublimità AB di piedi $15 \frac{1}{12}$ guada-

12

gna una velocità tale, che conservata in esso senza accrescimento, o diminuzione, lo fa correre con passo uniforme nella durata d'un secondo il tratto di piedi trenta più la sesta parte d'un piede. Questa fondamentale determinazione, che ben applicata si estende per tutta la Fisica, ci porge il modo di misurare i moti per linee rette, o curve, di paragonare colla gravità nostrale i conati centrali, o estrudenti, ed in una parola di ridurre a computo le azioni, e le reazioni delle forze vive, e morte di qualsivoglia genere.

IV.

In una gran parte de' problemi s'impiega soltanto la volgare Geometria, o l'Analisi del Cartesio, e con più frequenza vengono ad uso i problemi locali dei determinati. Le cose appartenenti alla visione o diretta, o riflessa, o refratta non ricercano ordinariamente un maggior apparato, come ne tampoco la Meccanica, la Statica, ed altre discipline d'investigazione non

non tanto astrusa, e profonda. Anno esse per base alcuni semplicissimi principi, che sviluppati, ed estesi le fanno nascere, e crescere, ed ormai le anno pressochè ridotte all'intero compimento. Ed in fatti a cagion d'empio, i raggi luminosi, i quali sono ribattuti dai corpi opachi, e penetrano i trasparenti, si assumono siccome linee fisicamente rette, e serbano costantemente due leggi; una, che l'angolo della riflessione è uguale a quello dell'incidenza; l'altra, che il seno dell'angolo d'inclinazione è in ragion data al seno dell'angolo refratto. Essendo certo, che in tali incontri la Natura palesemente geometrizza, non ci voleva molto a tenerle dietro, e l'atto fatto fra gli antichi Euclide, Archimede, Tolomeo, e ne' tempi più bassi Alaszeno, e Vitellione, lasciati da canto i Moderni, e particolarmente lo Snellio, a cui si debbe la scoperta del canone fondamentale della Diottrica. Lo stesso dicasi della teorica dei movimenti uniformi, che prendono norma da una semplicissima regola, ed è, che gli spazj passati sono in proporzione composta de' tempi, e delle velocità; laonde le celerità saranno direttamente come gli spazj, e reciprocamente come i tempi, ed inoltre i tempi in ragion diretta degli spazj, ed inversa delle velocità. Le quali affezioni vengono mirabilmente a festa, qualora siamo astretti a valerci delle grandezze minime, ed inassegnabili. E qui noto io a lume de' poco pratici, che sebbene succede, che un mobile cammini per una linea o retta, o curva con una variabile velocità, non ostante ciò pigliando nello spazio, che si trascorre, una porzione minore di qualunque data, che dal Geometra si assume infinitamente picciola, e dal Fisco siccome un minimo di naturale estensione, abbiamo a presupporre, che nell'impercettibile viaggio il corpo progredisca con una celerità equabile. E la ragione si è, perchè il minutissimo accrescimento, o scemamento è incomparabile a quella finita velocità, che nel mobile attualmente risiede. Per la qual cosa si dilegua l'inassegnabile errore, e denominati per le differenze ds , $d\tau$ menomi dello

spazio, e del tempo, e per la spezie u la velocità, avremo ds come $u d\tau$, $\frac{ds}{d\tau}$

come $d\tau$, e finalmente $\frac{ds}{d\tau}$ come u .

V.

Ed eccomi giunto a quelle più ardue, e più sublimi specolazioni; nelle quali entrandovi le forze continuamente applicate, sono molto difficilissime a maneggiarsi. Non metto in conto gl'intoppi provenienti dalla Geometria, e dall'Analisi, non essendo queste scienze arrivate ancora al colmo della perfezione, perchè il Fisco adempie bastantemente il suo ufficio, quando trasferisce le quistioni naturali alle geometriche costruzioni, ed alle formole analitiche. Ciò fatto si veste egli per dir così d'altri panni, e nel proseguimento comparisce in figura di Matematico. I. male si è,

Tom II. Opere Ricc.

R r r

che

che talvolta è così imbarazzata l'applicazione, che non ci si presenta il modo di seguitare coi nostri computi passo passo gli andamenti della Natura. Siamo in parte all'oscuro dei dati, ed oltre ogni credere reconditi sono i rapporti fra gli elementi, che si meschiano, e si confondono nel produrre gli effetti fisici; e perciò non sappiamo opportunamente adattare al caso le denominazioni, ed i simboli, nè stabilire gli analogismi nascenti dalle leggi mal conosciute della Natura. Sono convinto, che per quanto duri il Mondo, la sagacità umana non perverrà mai se non se ad esplicare una piccolissima parte dei naturali fenomeni; conciossiachè c'è troppo grandissimo divario tra la sapienza infinita del Creatore, e le cognizioni limitate della creatura. Non per tanto ad oggetto di avanzar cammino fin dove si può, siamo concesso di suggerire con brevità alcuni forse non inutili espedienti. Dico adunque, che dominando in Natura le azioni, e le reazioni, gl'impeti, e le resistenze, dalle forze morte, e vive viene moderata tutta l'economia dell'Univerfo. Non c'è forza viva accompagnata da una finita attuale celerità, che dalle iterate menome impressioni della morte non si generi, e non si aumenti; ne che minorandosi, o estinguendosi in virtù di replicati impercettibili contrasti, il suo vigore non perda. Senza l'intervento delle forze morte il moto non passa da corpo a corpo, i gravi non discendono, i pianeti non girano, gli animali non sentono, ed il Mondo diventa una massa oziosa, ed informe, fornita soltanto di estensione, e d'inerzia. Galileo Galilei, che della gravità, forza principale fra le morte, prima d'ogni altro sentatamente ha discorso, se l'è immaginata siccome costante: ipotesi piuttosto matematica, che fisica. E sebbene le recenti osservazioni c'insegnano, che i mobili in varie distanze dal centro vengono sollecitati da impulsi diversi; contuttociò le ricerche di questa fatta alla dottrina del Filosofo Fiorentino unicamente si appoggiano. Ed in vero qualunque conato accelerante, che spigne un corpo per un minimo spazio, ovvero opera per un minimo tempo, può prendersi siccome stabile, ed invariato, e conseguentemente soggiace alle regole Galileane: le quali adattate alle quantità elementari, che quantunque inassegnabili si trattano come se fossero finite, ci danno lo scioglimento dei problemi; laonde dopo trovata l'equazione composta di grandezze comuni, ed infinitesime, si passa secondo l'occorrenza; o alle differenze per mezzo del metodo diretto del Leibnizio, ovvero per via dell'inverso alle integrazioni. Siamo per tanto nel tenere dell'Analisi, e volendo procedere con superiorità si lascia transito dalle spezie alle linee, ed alle figure, e si lavora la costruzione, e la dimostrazione geometrica. Avverrà però, che rare siate riescono eleganti quell'affezioni, che si cavano dal fondo del computo, e che l'andar servilmente dietro le vestigia delle operazioni algebratiche, porta con seco l'oscurità, e l'imbarazzo. Convien dunque farsi padroni della materia, e volgerla da tutti i lati: con che ci si apre l'adito di valersi dell'Analisi, e della Sintesi degli Antichi, che va accompagnata dalla semplicità, e dalla leggiadria. Così i due metodi si porgono vicendevolmente la mano, e le invenzioni del primo vengono perfezionate dalla maestria del secondo: e ciò tanto più facilmente si ottiene, quanto che somministrateci dal calcolo le verità cercate, la risoluzione, e

la

la composizione non ha motivo d'indagare i principi, e le deduzioni, nè di gir conseguentemente vagando per sentieri obliqui, ed incerti. 499

VI.

Cammini un mobile per la curva ABC (Fig. 14.) affetto da una forza morta, e continuamente applicata tendente al centro O. Taglisi in essa curva la porzione infinitamente picciola BC, ed al punto B tirata la toccante BD, si conducano dal centro le due ordinate, che contengono un angolo minimo, e s'abbiano per parallele OB, OC, la seconda delle quali, se fa d'uopo prolungata, intersechi in D la toccante. Il corpo abbandonato dalla forza centrale correrebbe nella flussione dt del tempo colla velocità u equabile per lo spazio menomo BD: ma per l'ipotesi viene esso ritenuto nella curva; dunque l'impressione, che incessantemente verso il centro O lo stimola, fa sì, che nel tempo medesimo dt discostandosi dalla toccante per la lineetta DC. con moto accelerato, si trovi nel punto C dalla traiettoria ABC, ed in fatto abbia compiuto il viaggio per la $BC = ds$. Ora il conato o centripeto, o centrifugo, che in ogni sito dell'orbita variabile si suppone, mal potrebbe ridursi a computo, quando non si considerasse siccome operante per la tratta DC inassegnabile: ed in tale circostanza legittimamente si assume per costante, ed invariato. In ordine a ciò richiamiamo alla memoria un teorema del Galileo, ed è, che la forza moltiplicata nel quadrato del tempo ci espone il doppio spazio, onde ha l'equazione $(1^a) \frac{f dt^2}{2} = DC$. Sovvengaci ancora di ciò, che ha dimostrato il

2

Cavalier Nevvton ne' suoi principi matematici della Filosofia naturale lib.^a pr.^a fezione 2.^a prop.^a pr.^a, che il tempo impiegato dal mobile nel camminare per la flussione BC sta in data proporzione all' area elementare OBC, ovvero al settore OBF, e chiamando conforme il consueto y l'ordinata variabile OB, e dx l'arco infinitesimo BF, avremo $(2^a) nydx = dt$, ovvero $n y^2 dx^2 = dt^2$. Quinci surrogare nella prima equazione il valore del tempo somministratoci dalla seconda, farà $(3^a) n^2 f y^2 dx^2 = 2 DC$. Io qui mi fermo, e considero, che la terza formola dà quanto basta per lo scioglimento del problema tanto diretto, quanto inverso delle forze centrali. Se assegnata la curva si cerca la forza f , si dee fare col maheggio della equazione locale, che svaniscano le quantità differenziali del primo, e del secondo ordine, onde s'abbia la espressione della forza in termini finiti composti di grandezze parte costanti, e parte variabili. Non deggio però dissimulare una difficoltà, che s'incontra, e che consiste nel trasportare le locali equazioni delle curve dall'asse al foco. Io ho alcuni metodi generali di pronta esecuzione: ma questo non è il tempo di proporli, e rimando il Lettore alle Dissertazioni del celebre Signor Varignon inserite nelle memorie della Reale Accademia di Parigi, in cui trovandosi l'equazioni differenziali relativamente ai fochi non solo delle curve più note, ma per sino

Rrr 2

del-

della classiffi Cassiniana, ci ha liberati dal tedio dei computi. Chi avesse o-
zio, potrebbe tirar innanzi il lavoro in altre curve note, e massime nella
concoide rispetto al polo, e nella cicolide per rapporto al centro del cer-
chio generatore: ma queste inchiette sono più curiose, che profittevoli;
perchè farà colpo di fortuna, se ci si affaccia qualche legge di forze cen-
trali, che ai fenomeni naturali possa adattarsi. Passo al problema inverfo,
in cui data la forza sollecitante, si va in traccia della trajetoria. Ripetuta
la formola (3.^a) $\pi f \cdot \Delta x^2 = 2DC$ dico, che se la forza f sta come qualsi-
voglia funzione dell'ordinata y , nulla si rinviene nella equazione, chennon
sia espresso per gli elementi costitutivi della curva, che ha da descriversi:
e perciò la cosa è ridotta agli artifici puramente analitici. Nel valore della
intercetta DC c'entrano le seconde differenze, le quali sogliono alle prime
ridursi: indi fa d'uopo separare le incognite, se fra loro sono per avven-
tura imbrogliate, e confuse: conviene per ultimo pensare alle integrazioni,
e alle costruzioni. Le cose nel caso nostro felicemente succedono: ma resta
per anco a sciogliersi un nodo più intricato della stessa quistione principale,
ed è, che bisogna distinguere le curve meccaniche dalle algebratiche. Sia
l'espressione differenziale della curva ABC $dx = xdy$, in cui x è una qua-
lunque funzione dell'applicata y . Col raggio costante OP descrivasi l'ar-
co minimo $PQ = d\omega$, e giacchè

$$OP = a : PQ = d\omega :: OB = y : BF = dx,$$

avremo $\frac{y d\omega}{a} = dx$, e surrogato questo valore nella formola generale $dx =$

$$x dy, \text{ farà } d\omega = \frac{ax dy}{y}, \text{ e sommando } \omega = \int \frac{ax dy}{y} \text{ ma } \omega \text{ è un arco dato}$$

di circolo; dunque se l'integrale $\int \frac{ax dy}{y}$ può ridursi, conforme tal fista ad-

diviene, ad un arco circolare, la curva è del genere delle analitiche, ed
in ogni altro caso di quelle delle trascendenti. Poste le forze centrali di-
rettamente come le distanze OB , soddisfanno al problema le sezioni coniche
rispetto al centro, e le stesse curve riguardanti il foco ad un'altra ipo-
tesi di forze in ragion reciproca duplicata delle distanze medesime: la qual
legge dalla Natura prescelta regola, come vedremo, i movimenti de' plane-
ti, e dà norma all'economia dell'Universo. Ma se le impressioni sollec-
tanti saranno inversamente proporzionali ai cubi de' discostamenti OB , ver-
ranno in campo infinite spezie di curve, parte geometriche, e parte mec-
caniche. La posizione però non è fisica; perchè esse curve anno una pro-
prietà comune di non ritornare in se medesime, e di dilungarsi infinitamen-
te dal centro: con che ci mettono anzi gli occhi un sistema difettoso, che di
giorno in giorno si muta, e finalmente si dissipa. C'è un'altra ipotesi in
qualche incontro dalla Natura abbracciata, mentre cioè le forze serbano la

la ragione reciproca quadruplicata delle lontananze dal centro. La curva corrispondente al quesito, che la prima ci si presenta, meste in non calere le più composte di malagevole indagine, è la più semplice fra le epicicloidi. Chi bramasse maggior contezza intorno al soggetto, di cui si tratta, ricorra alla Foronomia del dottissimo Jacopo Ermanno, e specialmente all'appendice da lui aggiunta per intero compimento dell'Opera.

VII.

Nello scioglimento de' più astrusi problemi fa di mestieri, per quanto mai si può, scansare le quantità differenziali, che il primo grado formontano. A me forse prima d'ogni altro è caduto in mente d'avvertire, che le toccanti, e le normali, ovvero le tuttangenti, e le sunnormali delle curve, ed altre rette analoghe ricrescono, o scemano con elementi tali, che in se le seconde flussioni implicitamente contengono. Per la qual cosa col valersi a tempo, e luogo di cotali linee si fanno sparire le differenze del secondo ordine, ed io me ne sono servito nella soluzione del problema inverso de' raggi combacianti, cioè dato in qualsivoglia modo il semidiametro osculante, ovvero il co- raggio per una funzione della ordinata, o della curva cercata, descrivere la curva medesima. Queste ricerche sono la base per entrare con piè franco in tutte le quistioni, nelle quali si poggia alle grandezze infinitesime di grado superiore. Nel caso nostro chi ha per le mani le formole de' raggi combacianti libere dalle seconde flussioni, proceda nella seguente maniera. Proroghi il semidiametro osculatore GC , sinattantochè tagli in E la toccante BD : ed atteso che la porzione minima BC della traiettoria si confonde coll'arco circolare descritto intorno al centro G alla distanza GB , il doppio rettangolo $G C X C E$ sarà uguale al quadrato della tangente EB , ovvero della curva BC ; dunque $\frac{ds^2}{2r} = CE$. Per la somiglianza poi dei triangoli DCE , CBF , come DC :

$$CE :: CB : BF, \text{ cioè } DC : \frac{ds^2}{2r} :: ds : dx; \text{ dunque } \frac{ds^2}{2r dx} = DC, \text{ e surro-}$$

gato un tal valore nella formola (3.*), avremo $n^2 f y^2 dx^2 = \frac{ds^2}{r dx}$, o pure

$$(4.*) r = \frac{ds^2}{n^2 f y^2 dx^2}.$$

Ora bisogna farsi a maneggiare la cosa per via delle proprietà generali delle curve, ed andar in traccia delle verità geometriche, le quali vanno passo passo di conserva colle fisiche. Dal polo O tirisi la retta OK perpendicolare al raggio combaciante GB , e si rifletta, che i triangoli rettangoli CBF , OBK sono simili; perchè essendo retti gli angoli GBC , OBF ,

OB $\hat{F}$, se da essi leveremo l'angolo comune GB $\hat{F}$, resteranno eguali gl'angoli CBF, OBK: e perciò ci si presenterà l'analogismo BC=ds: BF=dx :: OB=y: BK=p; dunque $y dx = p ds$, $y^2 dx^2 = p^2 ds^2$, e so-

stituita nella formola (4.^a) in cambio di ds^2 l'espressione equivalente, avremo (5.^a) $r = \frac{y}{n^2 f p^2}$, e conseguentemente $f = \frac{y}{n^2 r p^2}$. Sappiasi ora,

che il semidiametro osculante r si espone per la quantità $\frac{y dy}{dp}$, e fatta la

surrogazione, troveremo $\frac{y dy}{dp} = \frac{y}{n^2 f p^2}$, ovvero $n^2 f dy = dp$: nella qual

equazione essendo la forza centrale f data in qualsivoglia modo per la distanza OB=y, abbiamo le incognite separate, e si passa all'integrazione

$n^2 \int f dy = c - \frac{1}{2pp}$, non ommessa la costante c , che secondo i casi può es-

ser nulla, positiva, e negativa. Essendo poi come CB=ds= $\sqrt{dx^2+dy^2}$: BF=dx :: OB=y: BK=p, sarà $\frac{y dx}{\sqrt{dx^2+dy^2}} = p$, e $\frac{y^2 dx^2}{dx^2+dy^2} = p^2$,

e nell'ultima formola integrata fatto prima il surrogamento, onde svanisca la spezie p , indi la riduzione, verremo finalmente all'espressione differenziale $dx = \frac{dy}{\sqrt{2cy^2-1-2n^2y^2/fdy}}$.

$$\sqrt{2cy^2-1-2n^2y^2/fdy}$$

VIII.

Qui siamo nella giurisdizione della Geometria, e dell'Analisi, e come forme la premessa equazione, in cui le due variabili non sono insieme te miste, e confuse, può generalmente costruirsi per via delle quadrature; così negli incontri particolari, per distinguere massime le curve meccaniche dalle algebratiche, ci si richiede un qualche sagace artificio. In questo mentre chi non avesse in pronto le formole de' raggi combacianti, proceda nella seguente maniera. Tirisi la BC corda dell'arco infinitesimo BC, e dal punto O ad essa parallela si conduca la retta OHI, la quale sarà perpendicolare all'uno, ed all'altro semidiametro osculante BG, CG. Chia-

Chiamata pertanto q la normale OK , si noti la similitudine de' due settori EBC , KOH nascente dalla uguaglianza degli angoli EBC , KOH ; dunque $OK = q : KH = \frac{dp}{2} :: BE = ds : EC = \frac{dp ds}{2q}$. Si dirà fra

poco per qual causa la lineetta KH sia soltanto la metà, e non l'intera fusione dp della variabile $BK = p$. Appreso $KB : BO :: EC : CD$, cioè in termini analitici $p : y :: \frac{dp ds}{2q} : \frac{y dp ds}{2pq}$. Così avremo due diverse

espressioni della medesima intercetta CD ; la prima geometrica dedotta dal premesso analogismo, la seconda fisica, sapendosi altronde, che il doppio spazio DC passato dal mobile s'agguaglia alla forza sollecitante moltiplicata nel quadrato del tempo. Per la qual cosa sarà $DC = \frac{f dt^2}{2} = \frac{y dp ds}{2pq}$

ma di sopra si è detto essere l'elemento del tempo $dt = y dx = np ds$, e perciò $dt^2 = n^2 p^2 ds^2$; dunque $\frac{n^2 f p^2 ds^2}{2} = \frac{y dp ds}{2pq}$, ed espurgata l'equa-

zione, $n^2 f q ds = \frac{y dp}{p}$. Ed essendo $BC = ds : CF = dy :: BO = y :$

$OK = q$, farà altresì $q ds = y dy$, dunque sostituendo $n^2 f y dy = \frac{y dp}{p}$,

cioè $n^2 f dy = \frac{dp}{p}$: lo che dovea trovarsi, è concorda colla formola per

mezzo de' raggi osculanti testè scoperta.

IX.

A questo passo la strada assai lubrica fa, che i poco periti nel maneggiare le quantità infinitesime massime del secondo ordine facilmente sdrucciolino in paralogismo: nè si creda mica, che ne vadano esenti i Maestri più riputati, e ne potrei addurre frequenti esempi, se non li avesse qualche fiata a risparmiare la memoria d'uomini oltremodo benemeriti del computo Leibniziano. A me basta mostrare a dito i fonti dell'inganni, e mandare il Lettore ad alcune dotte lettere del Sig. Ab. Giuseppe Suzzi a me indiritte, e stampate in Vinegia l'anno 1725, in cui di tal materia magistralmente si tratta. Per ora io dico, che camminando il mobile per la traiettoria ABC , giunto che sia al punto B , se dalla forza centrale venisse abbandonato, seguirebbe il suo viaggio per la vera tangente BD con moto uniforme, mantenendo in se stesso la velocità impressa. E se co-

si

si è, fallano di gran lunga coloro, che assumendo la curva siccome un poligono d'infiniti lati, segnano prima l'arco inassegnabile BM , e poscia insegnano a prorogarlo, quasi che avesse esso a coincidere colla toccante BD . Non si avvedono eglino, che ogni qual volta si debbono necessariamente prendere per mano le seconde differenze, la minima curva MB ne contiene infinite, mentre si determini come una flussione del primo grado, e chi s'immagina di prolungarla altro non fa, che protrarre la corda MB , cioè a dire una linea retta, che non cade sopra la toccante BD , anzi da questa si discosta, e forma coll'altra corda BC l'angolo NBC eguale all'angolo BGC compreso da due raggi osculanti, ed ambo essi angoli sono in doppia proporzione a quello, ch'è contenuto dalla germana tangente BD , e dalla secante BC . Quindi si confonde la posizione delle due rette BD , BN , e a contrattempo si adeguano le flussioni del secondo genere CN , CD , le quali per essere una doppia dell'altra non ammettono adeguazione. E' falso, che l'intercetta NC sia lo spazio trascorso dal mobile nel minimo tempo dt . Essa contiene adeguatamente due volte il molto picciolissimo viaggio DC , per cui il corpo si dilunga dalla toccante legittima BD , ed avvicinandosi al centro O , si trattiene nella curva ABC : e siccome tale, per i canoni Galileani s'egualgia al prodotto della forza sollecitante nel quadrato del tempo, cioè $NC = fdt^2$. Appreso si è dimostrato superiormente, che non sono simili i settori EBG , BGC , e che non il simpo rettangolo GCE , ma il duplicato si adegua al quadrato della tangente EB . Egli è ben vero, che si dà egualità fra gli angoli NBC , BGC , e che se dal polo O si condurrà la retta OR parallela alla corda MB prorogata in N , faranno simili i tre settori SBC , ROH , BGC , laonde la lineetta $RH = dp$ sarà la prima differenza intera della intercetta $BR = p$. Colle premesse avvertenze si scioglie il problema senza pericolo di sbagliare; conciossiachè sta $BC : CN$ in ragion composta di $BC : CS$, e di $CS : CN$: ma $BC : CS :: OR : RH$, ed in oltre $CS : CN :: RB : BO$; dunque $BC : CN :: OR \times RB : RH \times BO$, ed essendo $OR : BO :: FC : CB$, avremo $BC : CN :: FC \times RB : RH \times BC$, cioè a dire adoperate le analitiche espressioni, $ds : fdt^2 = x^2fp^2ds^2 :: pdy : dpds$, e convertita l'analogia in equazione, $dpds^2 = x^2fp^2ds^2dy$, la qual forma ridotta a dovere ci dà conforme il solito $\frac{dp}{p^1} = x^2fdy$.

X.

Ambedue le posizioni ben maneggiate ci guidano all'esatta soluzione del problema, ma bisogna guardarci di non confonderle, come è stato praticato da alcuni; perchè infallibilmente si cade in paralogismo. Ogni qual volta si trattano soltanto le prime differenze, si assume con fidanza la ipotesi, che le curve sieno tanti poligoni di lati infiniti fra loro diversamente inclinati. In tal incontro le intercette CN , CD , che al secondo ordine degl'

in-

infinitesimi appartengono, quantunque una sia doppia dell'altra, colle flussioni CF, FB sono onninamente incomparabili: laonde poco importa il determinare la positura della tangente, o continuando la lineetta DB, ovvero protrando o l'una, o l'altra delle due corde infinitamente prossime CB, BM; avvegnachè in ambo i modi risulta un errore impercettibile, e di qualunque dato incomparabilmente minore. Al rovescio quando la proposta questione ci obbliga a pigliar per mano gli elementi del secondo ordine, affinchè non si corra pericolo di sbagliare, consiglierai, che s'intendesse descritta la traiettoria per via della evoluzione Ugheniana, e si considerasse siccome composta d'innumerabili archetti circolari; conciossiachè se col semidiametro GC io descrivo un arco minimo, esso talmente combagia la flussione CB della curva, ch'è non se ne distacca, salvo che per una quantità infinitesima del terzo genere, conforme dal predetto Signore Abbate Suzzi è stato dimostrato. Quindi nella posizione tanto delle menome rette, quanto delle curve non si può equivacare, e facendo uso delle proprietà del cerchio salve le debite adeguazioni, si procederà con sicurezza, almeno finattantochè si manegghiano le seconde differenze; perchè ascendendo alle terze, ed alle quarte ec. ci vuole maggior cautela.

XI.

Mi si dirà forse, che consistendo semplicemente l'errore nelle quantità coefficienti, non se ne dee far molto caso. Rispondo, che nel combinare le formole, e nel dedurre i corollarij spesse fiate le coefficienti passano in esponenti, ed allora l'inganno si fa palese, e ci si affacciano falsità manifeste, ed inescrutabili paralogismi. Diamone un saggio, senza punto dilungarci dall'esempio proposto. Primieramente abbiamo $\frac{ds}{dt} = u: \text{ma } ds = u dx$

$= u p ds$; dunque sostituendo $1 = u$, e conseguentemente la velocità del

mobile in qualunque punto B della traiettoria sta in data ragione, ma inversa, della intercetta BK. In secondo luogo essendo $\frac{1}{np} = u$, ovvero

$1 = u^2$; dunque differenziando $-\frac{dp}{n^2 p^2} = u du$; ma per le cose di sopra

esposte $\frac{dp}{n^2 p^2} = f dy$; dunque $-f dy = u du$, e sommando $c - \int f dy = \frac{u^2}{2}$.

E perchè queste formole danno regola al caso più semplice, ogni qual volta cioè, tolta di mezzo l'impressione trasversale, il mobile viene stimolato dalla sola forza centrale, e cammina per una linea retta riguardante il cen-

tro; ne segue, che discendendo il corpo dalla medesima sublimità o contan-
nui il suo viaggio per la verticale, o pure da un esterno impulso sia ob-
bligato a deviare, e a descrivere una curva, in egual distanza dal centro è
sempre fornito d'un pari grado di velocità. In terzo luogo tirata dal punto
G all'ordinata OC la perpendicolare GT, pongasi $= z$ la intercetta TC,
che suole chiamarsi il co-raggio, e la sottofocultrice. Ed attefo che $\frac{1}{np}$

$$= u; \text{ dunque passando dalle quantità comuni ai logaritmi, } \log. \frac{1}{np} =$$

$$\log. u, \text{ e differenziando giusta l'indole di sì fatte grandezze, } -\frac{dp}{p} = \frac{du}{u}$$

$$= \frac{ndu}{u^2} \text{ ma per una parte conforme le formole concernenti il problema}$$

$$\text{inverso delle sottofocultrici } \frac{dp}{p} = \frac{dy}{z}, \text{ e per l'altra } ndu = -f dy; \text{ dun-}$$

$$\text{que doppiamente sostituendo } \frac{dy}{z} = \frac{f dy}{uu}, \text{ e conseguentemente } u^2 = fz:$$

laonde la velocità sarà sempre media proporzionale tra il co-raggio, e la
forza centrale. Verificandosi poscia l'analogia $GC = r: CT = z: CB$
 $= ds: BF = dx$, avremo $\frac{rdx}{ds} = z$, e fatta la surrogazione, onde la

specie z svanisca, $u^2 ds = fr dx$. Ma $ds = u dt$, e $dt = ny dx$; dunque dà
bel nuovo sostituendo, avrassi $un^2 y dx = fr dx$, ovvero $u^2 = \frac{fr}{ny}$. Per la

qual cosa il cubo della velocità si rinviene in ragione composta diretta delle
forze, e dei raggi combagianti, e reciproca delle ordinate.

E qui si noti, che assunta una delle superiori equazioni, per esempio
 $u^2 ds = fr dx$, coll'aggiungerci il binario in figura di quantità coefficiente,
siccome è stato fatto da Scrittori accreditati in due diverse maniere, cioè o
col porre $u^2 ds = 2fr dx$, o pure $u^2 ds = fr dx$, ci si fanno incontro delle
falsità, e delle esorbitanze. Camminando per la strada già battuta, per-

verremo alle due espressioni $-\frac{2dp}{p} = \frac{du}{u}$, ovvero $-\frac{dp}{2p} = \frac{du}{u}$, e som-

mando $\log. \frac{1}{pp} = \log. u$, $\log. \frac{1}{\sqrt{p}} = \log. u$, e facendo transito dai loga-

rit-

ritmi alle grandezze ordinarie, $\frac{1}{pp} = u$, $\frac{1}{\sqrt{p}} = u$. La prima ipotesi ci dà

la velocità nel punto B inversamente come il quadrato della intercetta BK, e la seconda ce la dà in proporzione reciproca dimidiata della intercetta medesima. Son questi due gravissimi paralogismi, che ne chiamano dietro a sé degli altri egualmente manifesti nella determinazione delle curve, e delle forze. Ognuno sa, che nella spirale logaritmica le impressioni sollecitanti stanno in ragione inversa dei cubi delle ordinate. Ora facciasi

$$\frac{1}{pp} = u, \text{ o } \frac{1}{\sqrt{p}} = u; \text{ onde s'abbia } \frac{1}{p^2} = u^2, \frac{1}{p} = u^2; \text{ ma } u^2 = xf, \text{ ed}$$

in conseguenza $\frac{1}{p^2} = f, \frac{1}{p} = f$. Nella curva, che abbiamo per le ma-

ni, tanto l'intercetta BK = p, quanto la sottosculatrice CT = x sono all'applicata OC = y in data costante ragione; dunque $\frac{1}{y^2} = f$, o pure

$\frac{1}{y^2} = f$, cioè a dire le forze centrali si rinvencono inversamente, o come y^2

la quinta, o come la seconda dignità delle distanze. Ciò basti per far evidentemente constare, a quali inconvenienti ci guidi il confondere la posizione della tangente BD con quella della secante MBK nel maneggiare le seconde flussioni, e quanto importi l'alterare il valore delle grandezze coefficienti. Ho scelto a bello studio l'addotto esempio, per poterci far sopra alcune avvertenze, che da me sono state giudicate opportune nel malagevole mestiero di adattare alla Fisica l'Analisi, e la Geometria. E se bene la materia è di sommo rilievo, non si vogliono ad ogni modo moltiplicare gli esempi; perchè in tutto il corso dell'opera molti se ne arrecano.

CAPITOLO OTTAVO

Degli elementi, ch' entrano nei produttori degli effetti naturali.

I.

SE la natura fosse un pò più condiscendente, ed avesse la discrezione di accomodarsi alla tenue nostra capacità, facendo uso nelle sue operazioni di poche cause, e palese, e di leggi semplici, e schiette; si potrebbe sperare col tempo d' avere una scienza fisica in gran parte perfetta, e compiuta. Il punto sta, ch' egli è d'uopo svestirsi d'un comunal pregiudizio, ed è, che un fenomeno naturale, che secondo le occasioni ci si para innanzi, ed a contemplare si piglia, sia un solo, ed unico effetto, mentre esso per lo più altro non è, salvo che una complicazione di parecchi, e diversi effetti insieme accoppiati, e fra loro misti, e confusi, i quali traggono l'origine da un complesso di varie cagioni dalla Natura, per conseguir il suo fine, sagacemente congiunte, e quasi direi incorporate. Le Fisiche apparenze non devono misurarsi dalle impressioni sensibili, che in noi producono, ma bensì dalla ragione, che debbe sempre star intesa, ed in se raccolta per non incorrere in qualche inganno. Fa di mestieri dunque separare con accuratezza l'uno dall'altro quegli elementi, ch'anno parte nella generazione dell'effetto, disgiungere le azioni dalle reazioni, segregar le cause principali dalle secondarie, le intime dall'estranee, e quelle, che avvalorano la operazione, dalle altre, che ad estenuarla s'impiegano.

II.

Facendomi da capo io distinguo i menzionati elementi in due classi. La prima contiene quelli, che ci sono onninamente sconosciuti, e che la Natura si prende per così esprimermi, talmente il pensiero di occultarceli, che non ci rimane quasi speranza di svilupparli. Pur troppo la cosa frequentemente interviene, e ciò che più rileva si è, che le apparenze, le quali a prima vista pajono le più semplici, e le più triviali, sieno appunto le più perplesse, e le più malagevoli a dilucidarsi. Chi avrebbe mai detto, che i Filosofi prima di giugnere ad esplicare la forza di molla, e la gravità, le quali proprietà tanto per le vecchie scuole, quanto per le moderne sono due arcani fin' ora impercettibili, fossero pervenuti a darci una dimostrativa contezza della produzione dei colori dell'arco baleno, che da Poeti si chiama figliuolo della maraviglia? Qualunque volta siamo all'oscuro degli elementi modificanti le cagioni, e dei loro imbrogliati combinamenti, si persuaderà tal uno, che in sì fatte indagini si getti il tempo, e la fatica.

Ed

Ed io schiettamente confesso, ch'egli spessissime fiate mal non si appone; e questo reputo io il motivo primario, per cui si fa così poco profitto alla giornata nelle fisiche meditazioni. Non ostante ciò bisogna farli coraggio; perchè messo da canto quel molto, che in progresso si svelerà interrogando la Natura con replicate esperienze, la quale non è sempre sorda alle nostre ricerche; non manca qualche metodo straordinario, ed io mi prenderò la cura di suggerirne a suo luogo due inventati dall'industria umana, che in certi casi difficilissimi vengono a festa. Il primo consiste in cogliere sul fatto la grande Artefice, mentre è obbligata ad operare con la massima semplicità, cioè a dire nei limiti estremi de' suoi lavori (a). Il secondo nel trasportare opportunamente gli effetti naturali, e le leggi, che gli accompagnano ai puri investigamenti geometrici.

III.

Per ora di ciò a ragionare non piglio; e mi rivolgo agli elementi d'un'altra spezie, che sono più alla portata, e de' quali haſſi una ſufficiente cognizione. Suppongo per tanto, che di queſti elementi ſappianſi le leggi, e le affezioni, almanco ſinattantochè ſi conſiderano ſeparatamente, e l'uno dagli altri diſgiunto; perchè quando inſieme ſ'accoppiano, e ſi meſcono, ſpeſſe fiate riſultano complicazioni tali, cui non può tener dietro il noſtro intelletto, quantunque avvalorato dall'ajuto della più profonda Geometria, e dell'Analifi più ſublime. Altrove ho avvertito, che la Natura non s'imbarazza mai ne' ſuoi calcoli: laddove la mente umana mal regge ad una perpleſſa combinazione, e dal ſoverchio carico rimane ſopraſſata, ed oppreſſa. In penſando meco medefimo alle difficoltà, che tratto tratto ci ſi preſentano, e per porci un qualche compenſo dico, che ſi dee progredire paſſo paſſo con metodo eſatto, e rigoroso. Prima d'ogni altra coſa dai fenomeni più manifeſti, e che ſaltano per così dire agli occhi, ſi procuri di venir in lume della cagion principale, e dominante; atteſo che in qualunque caſo ſovra le altre una ſignoreggia: indi ſi eſamini ſe opera eſſa da ſe ſola, o pure coll' intervento d'altre cauſe ſecondarie, e ſe queſte ſieno coſpiranti, o contrarie, onde accreſcano, o debilitino l'energia della primaria. Dopo ciò ſermiamci alquanto a contemplare in ſe ſteſſe le già ſcoperte cagioni, mentre per anco ſtanno ozioſe, o meglio nel cominciamento della loro azione; imperocchè frequentemente principiano ad operare con maggior ſemplicità, e con minore apparato di elementi, di quello ſogliono fare nel perfezionamento. Appreſſo le forze impiegate nella produzione dell' effetto talora perſiſtono intiere, ed alle volte ſi ſeparano in più membri, ed una parte ſe ne ſpende in una operazione, e le altre ſecondo le circonſtanze in lavori affatto diſparati. E qui ſi tenga ſempre a mente la massima fondamentale della Fiſica, che tutto il vigore, che ſi traſfonde nel compieſſo degli effetti-

(a) Di queſto metodo ne ha parlato non brevemente nel Saggio; ma nella preſente Opera non ſ'è ritrovato il Capitolo.

effetti, pareggia quello, che riscedeva nell' aggregato delle cagioni, quando gli effetti generati assorbono la totale energia delle cause generatrici. Per ultimo si rifletta, che nella continuazione del viaggio ci si parano innanzi per istrada de' nuovi intoppi, e provengono o dalle varie modificazioni dell' azione, o dalle diverse applicazioni della reazione. Di cotali elementi, che ora ricrescono, ed ora scemano, si dee tener conto, e trasandar non si vogliono, salvo che in que' casi, ne quali arrecano agli effetti una insensibile, e trascurabile alterazione.

IV.

Io mi propongo un' esempio semplice per mettere in chiaro le avvenienze, delle quali ho fatta menzione. Abbiasi il pendolo AB (Fig. 15.) raccomandato al chiodo A, e mettasi la verga AB in sito orizzontale. Ci vuol poco a capire, che la forza operante, la quale incita la ghianda B alla discesa, è quel conato, cui si dà il nome di gravità, e di cui è guarnita la massa B. E' di più manifesto, che nel sito B il peso esercita tutta la sua virtù quanta ella è senza alcuna diminuzione. Ma collocata la verga, o il filo in qualunque positura obliqua AC, la impressione costante della gravità si parte in due, ed una porzione se ne impiega a stimolare il mobile, e l'altra a tirare il filo AC. Si esprima per la verticale CD uguale al raggio AH il peso costante della ghianda, e s'intenda condotta la toccante CE, cui insista la perpendicolare DE. La forza morta CD acconcia ad operare per la linea del piombo si risolve nelle due equipollenti CE, ED. La prima procedente giusta la direzione dell'arco inassegnabile CK, per cui dee il mobile avanzar cammino, si è quella, che sollecita il corpo grave per il tratto infinitesimo CK, ed accelera il suo movimento. La seconda ED parallela alla linea AC esercita il suo vigore contro la funicella AC, e procura d'allungarla. Abbiamo per tanto sotto gli occhi la causa agente, e la sua distribuzione in due elementi rapportati a due effetti diversi, ed appresso il varimento, al quale passo passo ambo gli elementi soggiacciono. Conciosiachè nel punto B il conato intero CD si spende nello stimolare alla discesa la ghianda: ma vassi poi a poco a poco talmente minorando, che nel punto infimo H diventa nullo. All'incontro la forza tirante il filo AB, ch'è nulla nel sito B, in progresso acquista polso, e lena, onde nel punto infimo H pareggia il momento totale della gravità.

Sin qui la cosa ottimamente cammina: ma bisogna inoltrarsi ad esaminare gl' intoppi, che per istrada s'incontrano. E primieramente se la verghetta, o la cordicella AC è fornita di gravità, onde il suo peso a quello della ghianda risponda in una proporzione sensibile: è manifesto, che il pendolo di semplice si trasmuta in composto. Ciò però poco rileva; perchè anco de' pendoli composti ci sono note le leggi. Secondariamente impiegandosi lo sforzo ED nello stirare la funicella, è necessario, ch'essa cedendo, e distendendosi, il pendolo conseguentemente si faccia più lungo, e più lento: e ciò tanto maggiormente, quanto la ghianda s'accosta più al punto H, in cui la verga soffre il massimo stiramento. Per la qual cosa la periferia cir-

circolare BCH degenera in un'altra curva di malagevole indagine, e costruzione, quantunque si pongano siccome cogniti i canoni delle forze elastiche: e quello che peggio si è, ci si muta in mano la proporzione fra i conati impellenti, e tiranti, i quali dall' indole della nuova curva vengono diversamente regolati. S'aggiunga, che colla forza DE stirante la verga, quando la ghianda è dotata di movimento, s'accompagna un altro genere di forza, per cui della verga la distensione s'accresce. Questa è la forza centrifuga, le cui leggi sono state scoperte dall'Ughenio, e che è in ragion composta, diretta duplicata della velocità, ed inversa semplice del raggio osculatore. In terzo luogo la gravità specifica del mezzo, conforme fra poco vedremo, diminuisce l'energia della forza movente; ed oltre ciò va compusato un altro genere di resistenza, per cui il fluido si oppone al moto del solido, e finalmente lo estingue con certe leggi, che anno relazione all'attuale velocità: delle quali leggi, come altrove ho notato, siamo molto all'oscuro.

V.

La Natura sa unire, e temperare in guisa i mentovati elementi; che ne nasce almeno apparentemente un solo, e semplice effetto, ed è la diuturna reciprocazione del pendolo. Ma se il Geometra si piglierà l'impaccio di soddisfare al problema in tutte le addotte circostanze, si troverà talmente imbarazzato, che non verrà forse a capo. In tal frangente come avrà egli a comportarsi? Sin ora si è preso il giudizioso ripiego di prescindere da tutti quegli elementi, che sono estrinseci alla materia, e turbano così poco l'azione della causa dominante, che possono trascurarsi, ed apportano in pratica errori appena soggetti ai sensi, ai quali non è difficile il mettere un quasi adeguato compenso. Siccome nella Geometria, e nell'Analisi si cancellano francamente quelle grandezze minime, che riguardano le altre con una proporzione minore di qualsiasi data; così in Fisica è permesso per una specie di adeguazione trasandare certe minute circostanze, che nell'effetto pochissimo influiscono. Nel caso nostro la verga AC si assuma tanto leggiera, e tanto tenace, che nè il suo peso sia comparabile a quello della ghianda, nè sia soggetta a notabile distendimento. Non si desfradi della debita lode l'accuratezza de' Matematici Francesi, i quali trasferirli nella Laponia, per decidere la gran questione intorno la figura della Terra, giudicarono a tal fine necessario l'accertarsi, se la gravità stimolasse i pesi alla discesa con maggior forza sotto la zona frigida, di quello facesse nella temperata, nè obbliarono le più minute cautele per far l'osservazione con esattezza. Trasportato dunque un pendolo, che in Parigi batteva le seconde, si notò, che per mantenerlo isocrono in Torneo, faccia di mestiere allungarlo alquanto; e perchè non cadesse in sospetto, che il freddo del clima costringendo la verga, l'avesse sensibilmente accorciata, si fecero cautamente le osservazioni, ridotta prima l'aria alla temperatura di quella di Francia, lo che si esplorava con un esatto termometro. Circa la

re-

resistenza del mezzo, l'aere è così tenue, che pochissimo importa il mettere in conto il suo lievissimo contrasto, massime se il pendolo, come ne' nostri orologi, abbia la ghianda di figura lenticolare, e si disponga a descrivere archi piccioli d'un gran cerchio, e pressochè uguali.

VI.

Ciò supposto, e levati in tal guisa gl'intoppi, si cammina con passo franco. Conciosiachè nel quadrante ABH l'ordinata FC dinota la impressione tangenziale, da cui è sollecitata la ghianda nel punto C, e l'assisa AF rappresenta la forza, che stirà nel detto punto la funicella. Avràssi per tanto il prodotto $FC \times CK =$ al momento della velocità ndu : ma $CK:KI::CA:CF$, o in termini analitici $ds:dx::r:y$; dunque

$$rdx = yds = ndu, \text{ e sommando } rx = \frac{nu^2}{2}, \text{ ovvero } \sqrt{2rx} = u. \text{ A bello stu-}$$

dio ho nella integrazione ommessa l'aggiunta della costante, siccome superflua; avvegnachè non essendoci nella formola differenziale $rdx = ndu$ la variabile x , o taluna delle sue funzioni, l'origine d'essa può prenderli in qualsivoglia punto della verticale AH, per esempio in F, coll'avvertenza, che la x sia nulla dirimpetto il punto C, in cui comincia la discesa del pendolo. Quindi scorrendo la ghianda per l'arco CMH, le celerità nei siti M, H saranno in dimidiata proporzione delle corrispondenti assisse FL, FH. Nella investigazione dei tempi impiegati dal pendolo nel camminare per gli archi CM, CH s'incontra molto maggiore difficoltà. E per darne un saggio nel caso più semplice, il moto del pendolo principj nel punto B situato nella linea orizzontale AB, e giunta che sia la ghianda al luogo C, la velocità, che in essa risiede, si espone per la radice del doppio prodot-

$$\text{to } BAXAF, \text{ cioè } \sqrt{2rx} = u: \text{ ma } u = \frac{ds}{dt}, \text{ e } ds = \frac{rdx}{y}; \text{ dunque } dt =$$

$$\frac{rdx}{y \times \sqrt{2rx}}, \text{ ed essendo } y = \sqrt{rr - xx}, \text{ avremo } dt = \frac{rdx}{\sqrt{2rx} \times \sqrt{rr - xx}} \\ = \frac{rdx}{\sqrt{2r^3 - 2rx^2}}. \text{ Che se poi sarassi } \sqrt{2rx} = z, \text{ dopo le opportune sostituzio-}$$

$$\text{ni sarà } dt = \frac{2rdz}{\sqrt{4r^3 - z^4}}. \text{ Non si creda, che nelle premesse formole gli omo-}$$

genei di comparazione, che ci danno la misura del tempo espressa per x ,
pos-

§ 15
 possano formarsi o coll'aiuto de' logaritmi, e per via delle rettificazioni degli archi circolari. Quest' integrali poggiano ad un genere superiore di quantità trascendenti, e si costruiscono in rettificando la lemniscata, curva nota ai Geometri, la cui locale, ed analitica equazione monta al quarto grado. Ed è osservabile (lo che non so se sia stato da altri avvertito) che la curva, per la quale viaggiando un grave si accosta, o si dilunga egualmente da un punto dato, dal Leibnizio suo inventore chiamata isocrona paracentrica, e che si espone per la formola differenziale $\frac{dy}{\sqrt{y}} = \frac{adx}{\sqrt{a^2x - x^3}}$,

messi a confronto colla scala regolatrice de' tempi ne' pendoli ordinari, ha con essa una così stretta relazione, che delinea la prima, facilmente la seconda si costruisce, ed un problema dall' altro manifestamente dipende.

In fatti la formola dei tempi si riduce alla seguente $dt \times \sqrt{2r} = \frac{rdx}{\sqrt{r^2x - x^3}}$;

e paragonandola membro per membro colla Leibniziana, se faremo $\frac{rdx}{\sqrt{r^2x - x^3}}$

$= \frac{adx}{\sqrt{a^2x - x^3}}$, lo che si ottiene mettendo $r=a$, avrassi altresì $dt \times \sqrt{2r} =$

$\frac{dy}{\sqrt{y}}$, e sommando $t \times \sqrt{2r} = 2\sqrt{y}$, cioè $\frac{rt^2}{2} = y$: con che l'ordinata

y della isocrona paracentrica, assunta r siccome unità, s'agguaglia alla metà del quadrato del tempo t , che si spende dal pendolo in trascorrere l'arco BC corrispondente all'assisa $AF = x$. Chi brama una piena contezza intorno la costruzione della menzionata curva, ed altre analoghe, ricorra agli Atti di Lipsia dell'anno 1694, e legga attentamente ciò, che in tale proposito anno scritto il celebre Leibnizio, ed i due dottissimi Fratelli Jacopo, e Giovanni Bernoulli.

VII.

In questo mentre non si ricerca una tanta indagine, ogni qualvolta si va semplicemente in traccia dei tempi, che io appellerò relativi, quando cioè si paragonano insieme le durate delle vibrazioni di due pendoli, che descrivono archi simili. Le ghiande C, e (Fig. 16.) comincino a discendere
 Tom. II. Opere Ricc. T t t re

514
 re da punti analoghi C, c, e dopo aver camminato per gli archi simili CK, ck seguitino la loro strada per le flussioni altresì simili KM, km. Ed atteso che le forze tangenziali sollecitanti nei siti K, k sono pari, i momenti delle velocità udu , UdU faranno come gli archetti KM, km, o co-

me i raggi AK, ak; dunque $r : R :: udu : UdU :: u^2 : U^2$, ovvero $\sqrt{r} : \sqrt{R}$

$:: u : U$; ma $u = \frac{KM}{dt}$, ed $U = \frac{km}{dT}$; dunque $u : U :: \sqrt{r} : \sqrt{R} :: \frac{KM}{dt} : \frac{km}{dT}$

$\frac{r}{dt} : \frac{R}{dT}$, e conseguentemente $dt : dT :: t : T :: \sqrt{r} : \sqrt{R}$; laonde le in-

tiere oscillazioni stanno sempre in ragion dimidiata delle lunghezze dei pendoli. Che se i conati della gravità fossero differenti in diverso clima (conciossiachè andando dall'equatore verso i poli, la forza centrale passo passo ricresce) presi due pendoli di ugual lunghezza, le loro reciprocazioni si compiono in tempi tali, che sono in proporzione inverfa sudduplicata

delle impressioni sollecitanti, cioè $t : T :: \frac{1}{\sqrt{f}} : \frac{1}{\sqrt{F}}$. Giacchè $fds : Fds :$

$$\sqrt{f} \quad \sqrt{F}$$

$udu : UdU$, o attesa l'eguaglianza degli elementi della curva circolare $f : F :$

$udu : UdU :: u^2 : U^2$; dunque nei punti analoghi $\sqrt{f} : \sqrt{F} :: u : U :: \frac{ds}{dt} : \frac{ds}{dT}$,

per conseguenza $dt : dT :: t : T :: \frac{ds}{\sqrt{f}} : \frac{ds}{\sqrt{F}} :: \frac{1}{\sqrt{f}} : \frac{1}{\sqrt{F}}$. Raccolgo per via

di corollario, che in due pendoli di varia lunghezza, ed animati da differente forza di gravità i tempi si trovano essere in ragione composta, diretta dimidiata dei raggi, e reciproca parimente dimidiata delle forze ;

laonde $t : T :: \sqrt{r} : \sqrt{R}$. L'analogia si verifica qualunque volta da am-
 $\sqrt{f} \quad \sqrt{F}$

bo le ghiande archi simili si descrivono, e si verificherebbe in qualsivoglia sorta di vibrazioni o più estese, o più ristrette, se i pendoli circolari fossero esattamente isocroni. Se la cosa stesse così, farebbe d'uopo, che le ordinate al quadrante per esempio FCLM (Fig. 15.) esponenti come ho detto, gl'impulsi tangenziali, ed acceleranti nei punti C, M si rispondero fra loro colla medesima proporzione, con cui si riguardano gli archi
 CH,

313

CH, **MH**, dinotanti gli spazj da passarsi per compiere una semi-oscillazione. E siccome d'una tal proprietà il cerchio non è fornito, la quale alla cicloide compete, conforme ha dimostrato l'Ughenio; tuttavia quanto gli archi si assumono più piccioli, onde le vibrazioni a poco spazio si stendano; tanto più fra essi, ed i loro seni la proporzione si accolla: a tal che gli ondeggiamenti del pendolo, che i dieci, o dodici gradi non oltrepassano, sono sensibilmente di pari durata. Posta per tanto in non calere la tanto decantata cicloide di malagevole costruzione, e soggetta ad alcune irregolarità, si fa uso presentemente dei pendoli circolari di lunga verga, e colle ghiande pesanti, e lavorate a modo di lenti con taglio acuto, per iscantare, quanto si può, la resistenza dell'aere. E vaglia il vero, s'è possibile nel pieno una curva perfettamente sincrona, di che ho motivo urgente di dubitare, un picciol arco di cerchio staccato dalla combaccia, e con esso lei si confonde. E se la detta curva indarno si cerca, non occorre partirsi dalla circolare, la quale messe in pratica le addotte precauzioni, ci dà de' tempi una esatta misura.

VIII.

Dalle cose esposte io ricavo la seguente illazione. Qualunque siasi gli elementi, intorno i quali ho preso a ragionare, sono estrinseci alla materia, ed altro operano, salvo che modificare le cagioni predominanti, giova in qualsivoglia incontro il prescindere dalle loro azioni, o reazioni secondarie, e contemplar la Natura nella sua maggiore semplicità. Sarà vero, che gli effetti mal risponderanno alle regole da noi scoperte, ma senza un tale artificio non giungeremo mai a comprendere le leggi primarie, e fondamentali della Natura. Sapremo almanco, che s'essa non fosse frastornata dagli impedimenti, che o sul bel principio, o per istrada si frappongono, opererebbe a norma di que' canoni, che da un retto, e dimostrativo discorso le vengono prescritti. Ella è sì fattamente legata dalle verità geometriche, e metafisiche incontrastabilmente certe, ed avverate, che non può a patto alcuno violarle, perchè facendo altrimenti, darebbe di petto nell'impossibile, e nella contraddizione: lo che non cada mai in pensiero d'un Uomo fornito di ragione, e che ha una sufficiente idea della Sapienza Onnipotente del Creatore. Mossi i primi passi si accinga, che si promette della sua lona, a continuare il viaggio, fermandosi di proposito su tutte quelle minutezze, che in qualsivoglia modo alterano le cagioni, e diversificano gli effetti. Si guardi però, che lusingandosi d'anzar cammino, non torni indietro, ed offuschi la materia in vece di rischiararla. Ciò sovente interviene; perchè poco stringe, chi molto abbraccia. Il peggio si è, che le regole generali si distruggono a forza di eccezzioni, e ad ogni caso particolare un nuovo canone si adatta, con che niente mai si stabilisce di fermo, e si fa di tutto per non saper nulla. La ragione d'un tal inganno è palese a chi ci pone attenzione; conciossiachè se negli effetti speziali, che sotto lo stesso genere si comprendono, c'entrano degli elementi diversi, e delle ca-

zioni secondarie, di cui siamo onninamente all'oscuro: non è maraviglia, che i fenomeni si diversifichino, e che da alquante particolari esperienze una legge generale dedur non si possa.

IX.

X Sopra la durezza, e la consistenza de' corpi tutt' ora si disputa. Quello, ch' io fo di certo si è, che nei solidi i gradi della fermezza non solamente sono diversi, ma di più è vario oltre ogni credere il modo, per cui le particelle componenti insieme si connettono, e si conglutinano, onde più, e meno alla separazione resistono. Alcuni corpi anno, a guisa delle corde, le fibre intralciate, come le spezie del legno: altri sono duri, ma fragili, e con un colpo di contrattempo facilmente si spezzano, e fra questi si annoverano i marmi più fini, il vetro, e le gemme. Se ne trovano degli elastici, e de'gl'inerti, de' tenaci, e de' frangibili, e molti, che stanno di mezzo infra due: laonde il contarli tutti, e distinguerli nelle loro classi, è una faccenda operosa, ed inutile. In tanta varietà di cose il Galileo, che colla sua penetrazione aveva scoperti i principi d'una novella disciplina intorno la resistenza dei solidi, si appigliò al partito più semplice. Sospendeva egli verticalmente un corpo, a cagion d' esempio un cilindro colle basi orizzontali, ed alla parte inferiore ci appiccava un peso, che a poco a poco accresciuto giugnava finalmente a spezzar la colonnetta. Quando il peso è ridotto a tale, che con ogni picciola addizione il cilindro si rompe, allora l'aggravamento conosciuto è la precisa misura della resistenza del solido. Fatto poi esso corpo nella parete EF (Fig. 17.) onde sporga in fuori colla lunghezza uguale ad AB, dice il Galileo, che la metà del grave C applicata in b sta in equilibrio colla resistenza del cilindro ab, il quale si strappa dal muro, accrescendo ogni poco la forza agente. La dimostrazione dell' Autor Fiorentino è notissima, e libera da qualunque neo, mentre però si adotti un supposto, che la massa paziente sia dotata d'una squisita frangibilità, onde vinta dal peso la coerenza delle parti, nel tempo stesso le fibre tutte si disgiungano, ed il solido in due si spezzi.

X.

Non parve al Signor Leibnizio di menar buona l'ipotesi, e negli Atti di Lipia dell'anno 1684 osservò egli, ch'ogni fibrella, per quanto rigida ella si finga, prima di rompersi o poco, o troppo secondo la propria indole dee soggiacere allo stiramento. Impegnata la trave AB (Fig. 18.) nel muro EF, e adattato il grave al punto B, avviene, che le fibre superiori AD soffrano la massima distensione, e che le inferiori, come la GH, tanto meno sieno stirate, quanto più s'accostano al punto di appoggio K, in cui nel loro stato naturale persistono. Ora sia il solido in procinto di scavezzarsi, onde la fibra AD non possa più oltre senza rottura allungarsi, e si

e si esponga per il quadrato AK la forza valevole a mantenerla in tal posizione, egli è manifesto, che la resistenza della fibretta GH si minora per doppio titolo in ragione di AK a GK : primieramente perchè stanno nella detta proporzione le contrallevé AK , GK , le quali all'azion del peso fanno contrasto: in secondo luogo perchè essendo giusta il Leibnizio le tensioni AD , GH per una parte come le forze tendenti, e per l'altra come le distanze AK , GK dall'appoggio K , combinate esse ragioni, risultano le resistenze delle fibre AD , GH in proporzione duplicata AK a GK .

Quinci descritto il quadrato bK col lato $aK = AK$, s'io farò come $\frac{a^2}{aK}$:

$\frac{gK}{aK} :: dg : fg$, il punto f , e gli altri similmente determinati faranno alla parabola Apolloniana kfb . E siccome il quadrato bK mi rappresenta la somma di tutte le resistenze della trave AB stirata direttamente dalla potenza Z ; così l'area del trilineo parabolico $akfb$ mi mette anzi gli occhi l'aggregato di tutte le resistenze della trave medesima incurvata obbliquamente dal peso C . Ma il predetto trilineo è suttuplo del quadrato bK ; dunque se colla tenacità delle fibre tese a dirittura, che tutte ugualmente alla separazione ripugnano, la forza Z sta in equilibrio, una terza parte d'essa, cioè il peso C farà sufficiente a tener equilibrata la reazione della trave, che per obbligo si carica. Nasce da ciò, che nella ipotesi del Galileo, strapandosi tutte in una volta le fibre, non va considerata la loro maggiore, o minore tensione AD , GH , ma soltanto i contravvetti AK , GK . Per la qual cosa la scala delle resistenze viene esposta dal triangolo akb , il quale essendo la metà del quadrato bK , dinota, che ci vuole mezza la potenza Z per bilanciare la reazione del solido AB stirato giusta la direzione BC .

XI.

Il celebre Jacopo Bernoulli non contento della vista Leibniziana tendè di ridurla a dovere. S'avvide egli, che le fibre superiori non possono distraersi, se nel tempo stesso le inferiori non si collipano. In ordine a ciò hasi a segnare un punto, per esempio I , (Fig. 19.) che faccia figura d'appoggio, e costituisca per un verso il limite alle distensioni, e per l'opposto alle compressioni, onde il triangolo AID ci esponga la scala delle fibre inegualmente stirate, e l'altro HIK la corrispondente delle fibre collipate. E mentre si assumano due canoni, e che le distrazioni sieno proporzionali alle potenze distraenti, e che tali altresì sieno i collipamenti rispetto le forze comprimenti; si maneggia agevolmente la materia, ed a computo si riduce. Ma o io di gran lunga m'inganno, o col portare tropo avanti la cosa nulla si ottiene; perchè gittata a terra la struttura Galileana, una migliore non se ne innalza. Vorrei sapere donde abbiano ricavato i lodati Scrittori, che le tensioni serbano la ragione dei conati tendenti, e che le compressioni altro non sono, se non se negativi stiramenti. Ho dimostrato
il

Il contrario in ragionando delle vere leggi dei corpi elastici, ed ho fatto vedere, che in parità di circostanze, quanto le fibre sono più tese, o più compresse; tanto più resistono ad un ulteriore distendimento, e ad una nuova compressione: a tal che se le forze operanti crescono aritmeticamente, colla medesima legge non si aumentano le resistenti. E se così è, le scale dove vanno a terminare le fibre o allungate, o ristrette non sono mica le linee rette ID , IH , ma bensì due curve d'indole differente, essendosi altrove insinuato, che tutti conspiranti son gli elementi, i quali regolano le pressioni, ed in parte contrarij quelli, che danno norma alle distensioni. Ora queste curve avrebbero a costruirsi, equando ciò si conseguisse, con qual artificio fissero io il punto I , che separa le distrazioni dai costipamenti, punto, che forse in ogni sorta di materia si diversifica, ed è certamente vario nei differenti generi delle figure. Ad esso si riferiscono le contralieve favorevoli alle tenacità dei solidi, i quali non anno egual ripugnanza ad essere o stirati, o compressi: avvegnachè tal uno più facilmente si stende, ed un altro all'opposto si costipa più prontamente. Per la qual cosa io credo, che in due travi di pari volume, e figura, ma di legno diverso, il punto d'appoggio I non sia egualmente distante dagli estremi A , K , ma in alcuni più alto, ed in altri più basso, secondo la variata robustezza, e tessitura delle fibre componenti. Chi fosse di contraria opinione, e sostenesse, che in ambo i predetti corpi il punto I lo stesso sito occupasse, avrebbe prima ad esaminare le conseguenze, e poscia a consultare gli esperimenti.

Sieno P , p le due potenze valevoli ad equilibrare la tenacità delle travi stirate per diritto, ed espongate per $\frac{P}{n}$ il peso C , che bilancia obliquamente

la resistenza della trave AB : dico, che il grave c , il quale sta in punto di rompere l'altra trave ab , deesi esprimere per la frazione $\frac{p}{n}$. Con-

ciossiachè dividendosi dai punti I , i nella medesima maniera le altezze uguali AK , ak , saranno similissime le operazioni dei contravvetti. Appresso, le scale tanto degli stiramenti AID , aid , quanto delle compressioni HIK , hik saranno analoghe rispettivamente alle ordinate AD , ad , HK , hk , avvegnachè a suo luogo ho provato, che le forze elastiche ad una legge generale soggiacciono. Stanti le quali cose accaderebbe, che le potenze P , p atte con ogni picciola aggiunta a svellere i parallelepipedi AB , ab giusto le direzioni KB , kb sarebbero proporzionali ai pesi C , c , che si applicano obliquamente, e ne equilibrano le consistenze. Ma il fatto si oppone al divisamento, che sembra a prima vista plausibile. E per restarne convinto diasi un'occhiata alle recenti accurate sperienze del Signore Muschembroek, dalle quali palesemente si viene in cognizione, che le analogie fra le potenze P , p , ed i pesi C , c a nessuna regola stabile si sottomettono, e che ad ogni caso particolare una diversa proporzione si adatta. Né altri-

men-

menti può intervenire a cagione degli elementi, che si frammischiano nel progresso dell'opera. E vaglia il vero le due travi AB , ab eguali in tutte e tre le lor dimensioni, ma di materia differente, aggravate dai pesi C , e diversamente si piegano, e s'incurvano giusto la varia rigidità delle fibre: per la qual cosa le leve KB , kb favorevoli ai pesi C , e passo passo, ed inegualmente si accorciano, e di conseguenza si muta secondo le occasioni la positura del punto d'appoggio I , e si altera la misura AI della contrallave. Aggiungasi, che nei solidi composti della materia medesima la flessibilità dipende molto dalla sottigliezza, e dalla lunghezza, e ne abbiamo l'esempio nel vetro, che quantunque rigido, e fragile, tirato in tenuissimi fili, piuttosto che scavezarsi, si ripiega, e s'inarca. Ne voglio trasandare, che nel cominciamento dell'azione il punto, che fa figura d'ipomoclio, sta collocato nel sito superiore A , e che a misura che le fibre maggiormente si stendono, e si costipano, esso a poco a poco discende, sinattantochè si ferma in I , quando tra la forza operante, e la resistente si dà l'equilibrio: anzi se il grave C ogni poco s'accresce, onde le fibre del solido si sfiellano, il punto I di nuovo cala abbasso, e nell'ultimo strappamento col punto infimo K si congiugne. In oltre abbiassi a mente, che non solo le fibre vicine alla parete EF soffrono o distensione, o costipamento, ma di più tutte le altre, che compongono il solido, tanto maggiormente, o tanto meno, quanto più dal muro si dilungano, ed all'estremità GB si avvicinano. Quindi si annoverino fra i problemi di difficilissima indagine, fatto uso massimamente dei veri canoni delle forze elastiche, il descrivere le due curve della superficie superiore, ed inferiore della trave, ed appresso la terza curva, che nell'interno del solido sta nascosta, e separa i stiramenti dalle compressioni. Per ultimo nota l'Ab. Grandi dopo il Viviani, che quando si compara la potenza valevole a rompere un corpo giusta la direzione dell'asse con quella, che s'impiega ad obliquamente spezzarlo, va messa in computo nel primo caso, e non già nel secondo, la forza di molla, che nell'aere risiede, e che gagliardamente al divellamento si oppone, avendosi nel tempo stesso, e quali in un colpo, e non successivamente le fibre a strapparsi. Mal può dunque istituirsi il confronto tra i pesi, che si applicano ai solidi per diretto, e per obliquo, se non si usa la precauzione di sottrarre dai primi quella porzione di forza, che provenendo dalla virtù elastica dell'aria, preme una fibra contro l'altra, e ne aumenta la resistenza. Ma su questo particolare ci mancano le osservazioni.

XII.

In tal positura di cose io mi sottoscrivo al parere del citato Ab. Grandi, il quale conclude, che la disparità delle opinioni, ed ioci aggiungo la diversità degli elementi, dimostrano appunto, quanto difficil'impresa sia il determinare la vera, e naturale ipotesi, la quale può essere, che in varj casi molto diversa si trovi: e però quanto meglio sia l'altra da cotesti accidenti, per illustrare teoricamente la materia, che abbiamo per le mani, come ha fatto

fatto il Galileo, e con esso il Viviani, lasciando ai Pratici osservatori della Natura il mettere in conto quelle differenze, che può recar seco la diversa tessitura, e fortezza, e flessibilità delle fibre in qualsivoglia materia; limitando con esse, o modificando le conclusioni dedotte generalmente da' fondamenti teorici di questa dottrina. In fatti non ostante i premessi intoppi, per la maggior parte stanno salde le verità, ch'io chiamerò relative, mentre cioè si paragonano insieme due corpi della stessa materia, e di differenti lunghezza, e grossezza, come due parallelepipedi, o due cilindri. Leggansi i menzionati Scrittori, dai quali vengono dimostrate moltissime proposizioni del pari curiose, ed utili per la Fisica. A cagion d'esempio s'impara con quanta provvidenza la Natura abbia lavorate le ossa degli animali vuote internamente a guisa di canne, e non piuttosto piene, e massiccie; perchè con tal magistero può molto nella leggerezza guadagnarsi, e nulla perderli nella robustezza.

XIII.

Metto per poco da canto la Fisica, e mi volgo a mostrare, qualmente la teorica delle resistenze dei solidi trova luogo nell'Architettura. Quest'arte, che non dee mai scostarsi dalle leggi prescritte dalla solidità, onde le strutture riescano in tutte le lor parti egualmente forti, e consistenti, è così varia, ed incerta nel determinare le misure dei sopra ornati, i quali alle colonne si addossano, che non si può trarre regola ferma, ne dagli antichi esempj, nè dagli Autori più riputati. L'ufficio principale delle colonne consiste nel sostenere il peso della trabeazione, e questa debbe costruirsi in maniera, che non sia di soverchio carico a se stessa, di modo che l'architrave si fiacchi nel vano dell'intercolunnio. Due mire secondo me ha da prefiggerli l'Architetto: una, che il peso del sopra ornato sia proporzionale alla robustezza dello stipite, il quale essendo negli Ordini gentili sotto pari altezza più scarso di diametro, non consente la retta ragione, che porti tanta soma, quanta alle colonne più grosse si sovrappone: perciò in ragione delle grossezze, o dei quadrati dei diametri delle colonne vogliono stabilirsi i pesi delle trabeazioni: l'altra mira va diretta in procurare, che i sopra ornati in qualunque caso sieno di pari consistenza, lo che dipende in parte dalla lor mole, ed in parte dalla distanza dei sostegni. Ora supposto che due trabeazioni, fra le quali si fa il confronto, si assumano come due solidi di tal natura, che i centri di gravità delle sezioni di mezzo dividano proporzionatamente le loro altezze: lo che non si discosta dal vero, se non se in quanto gli sporti degli architravi, e delle cornici, attesa la varietà degli ornamenti, portano con seco qualche picciola, e trascurabile diversità; chiamo *A*, *a* le altezze d'amendue i sopra ornati; *G*, *g* le grossezze medie; ed *L*, *l* le larghezze, o i vani degli intercolunni.

Quinci si cerchi la forza agente, che derivata semplicemente dal peso naturale delle suddette moli, s'adopera per ispezzarle; ed inoltre si determini la resistenza procedente dalla tenacità della materia, che alla rottura

si oppone. Giusto le massime del Galileo si misurano le azioni dal peso AF (Fig. 20.) metà di AD avvalorato dalla leva GH metà di GI , ovvero di FC , e conseguentemente sono proporzionali ai due prodotti $AGLL$, $agll$. Le reazioni poi, supposta la materia omogenea, si espongono per il numero delle fibre componenti la sezione di mezzo EF , o per l'area della sezione medesima corroborata dalla contralleve GF , distanza del centro di gravità G dalla base CD , e perciò si corrispondono in ragione delle quantità AGG , aag . Ma ambo le trabeazioni debbono essere di egual consistenza; dunque egli è necessario, che s'istituisca l'analogismo tra le forze operanti, e le resistenti, e sia $AGLL : agll :: AGG : aag$, e fattele

debite divisioni $LL : ll :: A : a$, o pure $L : l :: \sqrt{A} : \sqrt{a}$, cioè a dire, perchè i sopra ornati sieno di pari resistenza, fa d'uopo, che le loro altezze s'erbino la proporzione, che passa fra i quadrati delle larghezze degl'intercolumnj. E giacchè si è detto, che i pesi delle trabeazioni espressi per le tre dimensioni AGL , agl anno a proporzionarsi alla robustezza de' stipiti, o ai quadrati dei loro diametri $D^2 : d^2$; dunque $AGL : agl :: D^2 : d^2$; ed essendo che le grossezze G, g sono come i diametri $D : d$; perciò $AL : al :: D : d$. Ma nelle trabeazioni di consistenza pari come $L : l :: \sqrt{A} : \sqrt{a}$, dunque $A\sqrt{A} : a\sqrt{a} :: D : d$, o pure $A^{\frac{3}{2}} : a^{\frac{3}{2}} :: D^3 : d^3$, e finalmente $A :$

$a :: D^{\frac{2}{3}} : d^{\frac{2}{3}}$. Appresso come $A : a :: L^2 : l^2$; dunque $L : l :: D^{\frac{1}{3}} : d^{\frac{1}{3}}$. Le altezze pertanto dei sopra ornati sono come le radici cubiche dei quadrati de' diametri, ed i vani degl'intercolumnj, come le radici cubiche de' diametri medesimi.

XIV.

Ed ecco messo in chiaro ciò, che richiede la solidità. Poste le colonne di pari altezza, si scopre essere minori le trabeazioni degli Ordini più snelli, e delicati, e minori altresì le larghezze degl'intercolumnj, ma con una proporzione alquanto diversa da quella, che passa fra i diametri degli stipiti. Prendo due colonne altre ugualmente una Dorica di otto diametri, e l'altra Corintia di dieci. I diametri faranno in ragione come 10 : 8, ed i loro quadrati come 100 : 64. La radice cubica di 100 è prossimamente $4\frac{2}{3}$, e quella di 64 esattamente quattro; dunque l'altezza del sopra or-

nato Dorico a quella del Corintio dee stare come $4\frac{2}{3} : 4 :: 7 : 6$. Suole

comunemente assegnarsi all'ordine Dorico la trabeazione di due diametri, otto de' quali compongono la colonna compresa la base, ed il capitello.

Tom. II. Opere Ricc.

V v v

Fac-

521
Facciasi dunque come $7:6::\frac{2}{8}:\frac{x}{10}$, e la spezie ignota x ci darà la mē-

sura del sopra ornato Corintio espressa in diametri della colonna appropriata a quest'Ordine, alta dieci diametri. Ridotto il computo, si ravvisa $x=2+\frac{1}{7}$, cioè la trabeazione di due diametri coll'aggiunta della set-

tima parte del diametro. Similmente metto a confronto la colonna Dorica di otto con un'altra Ionica di nove diametri, ambe di pari altezza. I loro diametri sono come $9:8$, e conseguentemente i quadrati come $81:64$.

La radice cubica di 81 è adeguatamente $4\frac{1}{3}$, e 4 quella di 64 ; dunque

come $4\frac{1}{3}:4$, o come $13:12$, così le misure delle due trabeazioni Do-

rica, ed Ionica nelle addotte circostanze. Per la qual cosa facendo $13:12::\frac{2}{8}:\frac{x}{9}$, si scopre il valore di $x=2+\frac{1}{13}$, viene a dire il sopra ornato

Ionico giusto i canoni della solidità, contiene due diametri più una parte terzadecima. E perchè nelle facoltà inventate dagli uomini, e massime nell'Architettura è lecito di valersi d'una discreta adeguazione, avendosi nel tempo stesso a servire alla solidità, all'uso, ed alla euritmia; le misure superiormente alle trabeazioni assegnate con pochissimo discapito della robustezza dell'edifizio possono ridursi alle prossime assai più semplici, facendo di due diametri, o di quattro moduli in qualunque Ordine le altezze dei sopra ornati. Passo agl'intercolunnj, e determino a quanto tratto allargar si possano fra colonna, e colonna. Atteso che per le cose dette si

verificano due analogie $A:a::D^{\frac{2}{3}}:d^{\frac{2}{3}}$, $A:a::L^2:l^2$; dunque $D^{\frac{2}{3}}:$

$d^{\frac{2}{3}}::L^2:l^2$, ovvero $D^{\frac{2}{3}}:d^{\frac{2}{3}}::L:l$; laonde come le radici cubiche dei diametri delle colonne, così le larghezze degl'intercolunnj. Ora se ci saranno due colonne, una di due, e l'altra d'un piede di diametro, e la prima senza rischio della trabeazione ammetta il massimo intercolunnio di sei moduli, o di sei piedi; dico, che la seconda riceverà l'intercolunnio, non già di tre diametri, o di tre piedi, ma bensì di piedi $4\frac{3}{4}$ prossimamente;

imperocchè come $2:1$, così il cubo di sei $= 216$, a 108 , cubo del secondo intercolunnio, la cui radice cubica si trova essere adeguatamen-

me esposta per far vedere, che bene spesso le verità fisico-matematiche alle arti la norma prescrivono, serve mirabilmente all' uso, ed al comodo: avvegnachè le colonne piccole ci danno agio di allargare i vani degl' intercolonnj, non mica assolutamente, ma in proporzione ai loro diametri: con che nelle logge i passaggi convenientemente si dilatano, ed appresso la congrua distanza fra le colonne viene a festa nelle strutture delle nicchie, delle porte, e degli altari.

CAPITOLO NONO

Profeguimento della medesima materia.

I.

LA giudiciosa applicazione della Geometria, e dell' Analisi alle fisiche investigazioni richiede indispensabilmente una attenta, ed accurata circospezione nel distinguere, e nel considerare ad uno ad uno quegli elementi, ch' entrano nel producimento degli effetti naturali. Nell' antecedente Capitolo ho tenuto discorso di certe circostanze, dalle quali il Fisico o puote, o debbe prescindere: e ciò per due capi; o perchè sono minime, ed inassegnabili, e siccome tali non si curano, togliendo esse bensì di mezzo una perfetta egualità, ma non già una sensibile adeguazione; o perchè ogni qual volta non si trascurano, non ci è concesso di penetrare nei segreti della Natura, e di svelarne le leggi, ed il meccanismo. Qualmente in maneggiare sì fatti elementi abbia ad adoperarsi il Filosofo, ne ho di sopra recate le regole, e gli esempj. Ora d' altri generi di elementi, e di circostanze a ragionare mi accingo. E prima d' ogni altra cosa qualche fiata ci si parano innanzi alcune particolarità, che ci saltano per così dire agli occhi, e pare, che dissimular non si possano: e pure, quasi che la Natura si pigli piacere in deluderci, e farci andar di traverso, ella le contempla in maniera, che nell' effetto primario nè punto, nè poco influiscono. Per non lasciarci raggirare io penso, che abbiamo ad appigliarci al partito di tener conto dei suddetti elementi, e cavandone destramente le conseguenze, star intesi per qual sentiero ci guidino. Accaderà bene spesso, che quanto più nel cammino ci andiamo inoltrando, tanto maggiormente dal vero ci dilunghiamo; a tal che le nostre illazioni sempre più dai fenomeni manifesti, e dalle sensate sperienze discordino. Dopo ciò senza prenderci la briga d' esaminare, se per sorta nei nostri divisamenti abbiamo sbagliato, mutiamo la posizione, e discorriamo attentamente sullo stesso soggetto, trasandate le asunte circostanze, e se le nostre deduzioni passo passo colle apparenze procedono, e coi lavori della Natura vanno di conserva; segno

è, che i menzionati elementi talmente si modificano vicendevolmente, che non an luogo nell'effetto principale, e che le azioni, e le reazioni secondarie all'opera primaria non appartengono, o almanco guari non la perturbano. Se fosse altrimenti, e l'una, e l'altra strada del pari all'errore ci conducesse, o si peccherebbe nel maneggiare la materia, o nel determinare, e ridurre a computo le circostanze.

II.

Ho considerate le forze centrali nel vuoto: veggiamo cosa succeda nel pieno, a fine di certificarci a quale delle due teoriche la Natura si accosti, e quali leggi ella a se stessa prefigga. Ognuno si persuaderà facilmente, che il vastissimo tratto dei Cieli non sia affatto vano, e privo di qualunque materia, la quale per quanto tenuissima si finga, ciò non ostante al moto de' Pianeti farà un perenne, e continuato contrasto. Ed atteso che la resistenza del mezzo fluido si oppone alla velocità del corpo solido, giusta la direzione del moto, avremo la formola generale $\pm f ds \pm R ds = u du$. Conforme il solito f significa la forza centrale, ds la flussione della distanza dal centro, R la resistenza, ds l'elemento della traiettoria, e finalmente $u du$ il momento della celerità, ed i segni del più, e del meno anno relazione ai conati ora centripeti, ed ora centrifughi, ed a varj casi di discesa, e di ascensione, particolarità accuratamente spiegate dal Sig. Giovanni Bernoulli negli Atti di Lipsia. Richiamiamo a memoria un'altra espressione, che si verifica e nel pieno, e nel vacuo, cioè $fz = u u$, in cui la spezie z dinota la sottosculatrice, o il co-raggio. Accoppiate insieme ambo le equazioni ci danno la soluzione del problema diretto: ma per quello concerne l'inverso, che nella presente ispezione verrebbe ad uso, se nella prima espressione si sostituisse il valore di $u du$ dato per la seconda, cioè $f dz + z df$, ed in vece di z , e di dz si surrogassero i valori della sottosculatrice, e della sua differenza dati per le funzioni delle coordinate della traiettoria; ci si presenterebbe una formola, che poggia alle terze differenze, in cui non abbiain metodo di separar le variabili. Haffi forse a perdere l'uso dell'equazioni trovate, o contentarsi di applicarle al solo calcolo diretto, e tentare cosa succede in ogni curva particolare? Nulla di ciò: ecco quello, che dee farsi in simili incontri. Sia la curva BCD (Fig. 21.) trascorsa dal mobile nel pieno con una data ipotesi di forza centrale, e di resistenza. AC è l'ordinata, che parte dal centro A , $= r$, CB un arco minimo descritto intorno il punto $A = dx$, CM il raggio osculante, CL il co-raggio $= z$. Dal polo A si tiri la retta AN normale a CM , e si chiami r l'intercetta CN .

III.

Ciò posto, prendo per mano una ipotesi delle più semplici, e mi propongo di determinare le curve infinite, in cui le due flussioni $f dy$, $u du$ si rimirano con una proporzione costante. Conciossiache $u du = \pm f dy :: a : 2b$,
dun-

dunque affunta a siccome unità, $abndu = \pm fdy$, ed integrando $bndu = \pm g \pm \int fdy = \pm g \pm p$, messa $p = \int fdy$, la quale farà data conseguentemente per y , come per la stessa y è data la forza f . Appreso essendo $uu = fz$, farà altresì $\pm g \pm p = bz$, o pure $\frac{dy}{z} = \frac{b f dy}{\pm g \pm p} = \frac{b dp}{\pm g \pm p}$,

ma per le cose dimostrate nello scioglimento del problema inverso de' raggi combacianti $\frac{dy}{z} = \frac{dt}{t} = \frac{b dp}{\pm g \pm p}$; dunque sommando per via de' loga-

ritmi, indi facendo transito alle quantità comuni, si scoprirà l'intercetta $CN = t$ data per p , ovvero per y , e si passerà facilmente alla costruzione delle curve cercate.

COROLLARIO.

Che se fosse $\pm fdy = ndu$, allora restando il solo termine $Rds = 0$, le traiettorie si descriverebbono nel vano; laonde questa maniera di procedere ci suggerisce la formola generale colle variabili separate per le forze centrali in un mezzo non resistente.

SCOLIO I.

IV.

Presentemente limitando l'espressione col porre $f = by^m$, cioè la forza data per qualsivoglia dignità delle distanze, ed ommessa l'aggiunta della costante g nel prendere l'integrale, la premessa analisi c'insegna essere proprietà comune delle nostre curve l'avere la sottosculatrice all'ordinata in ragione costante. In fatti essendo $ndu : by^m dy :: 1 : \pm b$, cioè $\pm bndu = by^m dy$, farà integrando $bndu = \frac{by^{m+1}}{m+1} = bfz = by^m z$, vale a dire

$\frac{y}{m+1} = bz$. Sia $\frac{m+1}{m+1} \times b = c$. Giacchè dunque $y = cz$, avremo,

$\frac{dt}{t} = \frac{dy}{z} = \frac{c dy}{y}$, e sommando $t = Ky^c$: si noti essere K una costante ad

arbitrio. Per iscoprire l'equazione generale delle curve dalla formola comprese, osservo verificarsi il seguente analogismo $CE = dx : CD = ds : CN = t : CA = y$; dunque $y dx = \pm ds = Ky^c ds$, ed in conseguen-

Primieramente sia, giusta la comune ipotesi, la resistenza in proporzione duplicata della celerità, cioè $n=2$, e di conseguenza l'esponente

$$\frac{-mn-n+2m}{2} = -1. \text{ Lo sparire che fa in questo incontro la spezie } m \text{ indice}$$

della forza centrale significa, che in sua vece si può porre qualsiasi numero a piacimento, e si raccoglie essere proprietà comune delle nostre curve, che posta la densità $D = \frac{\sqrt{1-KK_1^{n-2}}}{r}$, e la resistenza come il quadrato

della velocità, verrà sempre dal mobile descritta una medesima traiettoria, quantunque si muti la legge della forza centrale, e si prenda o costante, o ad arbitrio come qualsivoglia potestà della distanza. Che se fosse $n=1$, onde l'esponente $2n-2=0$ faccia diventare costante la quantità $\sqrt{1-KK_1^{n-2}}$,

allora la curva sarebbe una spirale logaritmica, e la densità reciprocamente, come la distanza. Particolarità maravigliosa si è, che nel vuoto, mutata la legge della forza sollecitante, si cambia l'indole della curva: laddove nel pieno può una sola curva soddisfare ad innumerabili supposizioni.

VI.

In secondo luogo sia la resistenza come la velocità, cioè $n=1$; dunque

$$\frac{\pm D}{\sqrt{1-K^2 y^{2n-2}}} = \pm Gy - \frac{1+m}{2}. \text{ Se si fa } m=1, \text{ onde la grandezza}$$

$r - \frac{1+m}{2}$ ci rappresenti l'unità, in tutte le nostre curve sarà la densità

come $\frac{1}{\sqrt{1-K^2 y^{2n-2}}}$, e determinando la formola ad esprimere la logaritmica spirale, la densità diventa costante. Appresso se la forza centrale nella stessa curva sarà reciprocamente come la distanza, di modo che $m=-1$, anche la densità seguita la legge medesima: ma in tal caso la velocità è uniforme, ed il moto per la periferia della traiettoria si riduce all'equabile. Ciò succede in tutte le nostre curve; conciosiachè essendo $n = \frac{r}{c}$,

e $fx = \kappa^2$, e per il supposto $f = h y^{-n}$, istituite le surrogazioni troveremo $\kappa^2 = \frac{h}{c}$. La densità poi si espone per $\frac{1}{\sqrt{1-K^2 y^{2n-2}}}$ non solo nel

ca.

328
 caso menzionato, ma ripetendo la formola

$$\pm \frac{D}{\sqrt{1-K^2 r^{2m-2}}} = G r^{\frac{-mn-n+2m}{2}}, \text{ ogni qual volta sia costante}$$

il secondo membro dell'equazione, e si faccia $-mn-n+2m=0$: lo

che si verifica, quando sia $n = \frac{2m}{m+1}$: a tal che se $m=-2$, farà

$n=4$; e se $m=-3$, avremo $n=3$, e così discorrendo. Per ultimo sia costante la forza centrale, ed $m=0$, rinveniremo

$$\pm \frac{D}{\sqrt{1-K^2 r^{2m-2}}} = G r^{\frac{-n}{2}}, \text{ e nella suddetta spirale la densità come } r^{\frac{-n}{2}}.$$

Non andandoci fatto di sciogliere generalmente il problema, molte altre posizioni particolari assumer potrebbero: ma basti il detto fin qui per far comprendere al Fisco Analista, qualmente abbia ad adoperarsi in simili incontri, e per ammonirlo, che spesso siate interviene, e specialmente nell'esempio proposto, che quanto più duriamo fatica per accostarci al vero meccanismo della natura, computando gli elementi, che secondo noi entrar ci dovrebbero: tanto maggiormente dal fatto, e dai fenomeni ci dilunghiamo. Chi si farebbe mai immaginato, che la teorica delle forze centrali nel vano ottimamente s'accordi colla economia dei moti celesti, e che considerata la cosa nel pieno, ci si facciano incontro leggi incongrue, e strane, e repugnanti alle operazioni della Natura? Segno è, non già che i cieli sieno vuoti d'ogni materia, e che il mezzo fluido non si opponga colla sua inerzia ai giramenti de' Pianeti: ma piuttosto, che l'azione si contempera talmente colla reazione, che ci è permesso di prescindere dalle resistenze. Di ciò altrove parlerò più di proposito.

VII.

In questo mentre mi volgo da un'altra parte, e rifletto sopra un certo genere di elementi, i quali dalla Natura sagacemente in maniera si modificano, che ora operano, ed ora non operano, o per dir meglio ora si manifestano, ed ora si appiattano. L'artificio consiste in disporli ad un mutuo contrasto, e far sì, che bilanciate scambievolmente le azioni, e le reazioni, non nascano quegli effetti, che tolta di mezzo l'addotta circostanza, o in tutto, o in parte secondo le occorrenze avrebbero necessariamente a prodursi. Per la qual cosa egli è d'uopo ponderare attentamente, se i menzionati elementi sono fra loro «cospiranti, o contrari; avvegnachè nel primo caso non c'è intoppo, che turbi, o limiti l'operazione: laddove nel

sc-

secondo quella energia, che nei sforzi vicendevoli si consuma, nell'effetto solito, e principale non s'impiega. Veggiamo tutto di, che un pendolo di molte ghiande fornito, in cui risiede una data forza di gravità, talora secondo la diversa disposizione dei pesi cammina veloce, e talora lentissimo, e qualche fiata sta ozioso, ed in una totale quiete. Non si creda, che in tal incontro la gravità dorma: essa siccome costante, ed invariata è guarnita d'una pari vigoria, una porzione della quale ora più grande, ed ora più picciola, e talvolta nulla si spende in mettere il pendolo in movimento, facendosi uso delle altre parti o nello tirare la verga, o in premere verticalmente il sostegno. E quando le ghiande equilibrate stanno in riposo, allora l'intero conato della gravità, non nello stiramento, o nella sollecitazione, ma tutto intero nella sola pressione s'impiega.

VIII.

Fra i molti esempi, che mi si parano innanzi, delibero di sceglierne uno, che mi sembra il più adattato. (a)

CAPITOLO DECIMO

*Del metodo, per cui si traducono i Fenomeni
fisici alle appropriate ragioni
geometriche.*

• I.

IL metodo, di cui a ragionare mi accingo, se non è l'ultimo passo, che dall'intelletto umano si muova, almeno non ci lusinghiamo, che guari si possa avanzar cammino; conciossiachè è tanto fino, ed ingegnoso il giro del discorso, che abbiain bene onde gloriarci essere stata riserbata ai nostri tempi questa nuova, e mirabile maniera di filosofare. Quando gli altri mezzi ci abbandonano, e tutti gli artifizj riescono scarfi, il che pur troppo frequentemente interviene, giova tal volta ricorrere ad un metodo straordinario, parto della nostra mente, per cui messo da canto il legittimo meccanismo della Natura, ci appigliamo coraggiosamente al partito di obbligarla quasi dirci ad operare a nostro senno con certe leggi, che da noi le vengono prescritte. Surrogando per tanto al vero il finto, ed al reale l'immaginato, qualche fiata si ottiene (chiamate però in soccorso l'Analisi, e la Geometria, senza le quali scienze indarno si spera di far profeta) che si

Tom II. Opere Ricc.

X x x

spie-

(a) L'Autore non ha adempita la sua idea, lasciando imperfetto il presente Capitolo.

spieghino felicemente parecchi effetti naturali de' più nascosti, ed astrusi, i quali sembrano a prima vista superiori alla umana capacità.

Ma per non deviare dal diritto sentiero nell'uso del metodo, si vogliono addurre alquante necessarie avvertenze. E prima d'ogni altra cosa indispensabilmente fa di mestieri aver alle mani alcuni fenomeni ben avvertati, e posti fuori d'ambiguità da replicate incontestabili esperienze, dai quali dedurre si possano una, o più leggi fondamentali della Natura, che non ammettono eccezione: perchè delle secondarie si dee tener poco conto, siccome di quelle, che non di rado mutate le circostanze, si diversificano. Diceva il famoso Archimede, che se gli fosse assegnato un luogo stabile, su cui potesse fermar immobili le sue macchine, avrebbe egli saputo cacciare dai propri siti le vaste moli della Terra, e dei Cieli. Non altrimenti, soggiungo io, riescono vani, ed inutili gli sforzi delle nostre meditazioni, mentre non anno, ove fondarsi, ed a qualche base foda, ed inalterabile non si appoggiano; avvegnacchè l'ignoto non ci dà mai, se non se l'ignoto.

II.

† Ogni qual volta guardato da tutti i lati il subbietto, non ci va fatto di spiegare con chiarezza i fenomeni, e le leggi, che lo accompagnano, per mezzo dei canoni generali del moto, delle forze, e delle resistenze; allora siamo nel caso di usare il metodo menzionato, e di trasportare gli effetti, e le apparenze fisiche ai teoremi geometrici, ed alle analitiche equazioni, adattando industriosamente le dimostrazioni matematiche a quelle leggi fisiche, che gli esperimenti ci somministrano. Cotale delicatissime ricerche non fanno per tutti gl'ingegni, e ci si richiede oltre un gagliardo vigore di fantasia, ed un abito confermato dal costume di reggere ad un lungo filo di ben dedotte conseguenze, anche una superiorità magistrale in tutto ciò, che c'è di più recondito nel vasto giro dei matematici investigamenti. Per la qual cosa rarissimi sono coloro forniti di lena bastante per intraprendere il disastroso viaggio, in cui quanti passi si muovono, altrettanti introppi s'incontrano. Ci vuole di più una scrupolosa attenzione, perchè non ci escano inavvedutamente di mano certe particolarità, che alla meta divisa speditamente ci guidano, ed apprisso una perpetua cautela, per non inciampar tratto tratto, e per non precipitare talvolta in errori inescusabili. Si professa di far sì, che la Natura cangi stato, ed in scambio d'un sistema vero, che attualmente sussiste, un altro se ne introduce, che certamente non è in fatto, e che forse non è possibile. In questo mentre i due sistemi reale, ed immaginario debbono essere talmente concordanti, che i fenomeni del secondo a quei del primo esattamente rispondano: altrimenti a che pro mai per esplicare le fisiche apparenze, valersi d'una posizione, che non cammina di concerto colla Natura, nel tempo stesso, che un tale accordo si è l'unico scopo del nostro metodo? Quinci si raccoglie, ch'esso metodo, siccome mette ogni studio, nel rintracciare gli effetti seguendo la scorta delle leggi, da cui vengono regolati così non è punto sollecito delle cagioni, dalle quali dipendono, nè dal magistero adoprato dalla Natura in produ-
li.

li. Il motivo si è, perchè utilmente si spende il tempo, e la fatica intorno le verità, che sono starei per dire di nostra giurisdizione; ed all'incontro è vana, ed audace impresa il logorarsi il cervello dietro quelle, che stando presentemente, e forse per l'avvenire nascoste nel seno della Natura, le forze della nostra mente trascendono.

III.

Galileo Galilei avrà senza fallo esaminate con attenzione le sentenze dei Filosofi concernenti la gravità, e con l'accuratezza del suo intelletto avrà fatto ogni tentativo per investigarne le occulte cagioni. Egli però, che non era Uomo da lasciarsi trasportare dall'impeto d'una calda immaginazione, arrischiando conghietture, ed ipotesi posto in non cale lo sconosciuto meccanismo, si è contentato di farne semplicemente palesi le proprietà. A rovescio degli altri Fisici, che tanti discorsi inetti avean fatto sulla natura della gravità, e totalmente ne ignoravano le affezioni, si propose egli di applicarsi con tutto lo studio a tale importantissima inchiesta, per cui ci si manifestano le segrete operazioni della Natura, e servendo mirabilmente alla pratica, reca alle Arti più nobili splendore, ed accrescimento. Corre voce aver Lui, mentre un giorno in Chiesa si tratteneva, osservato a reciprocare una lampada, e messa la mano sul polso essersi accorto numerate le battute dall'arteria, che le vibrazioni nel principio del moto assai grandi, e nel proseguimento molto più piccole, si compivano tutte nel medesimo tempo. Bastò questo tenue barlume agli occhi lincei del Galileo: tanto è vero che una mente discorsiva, e geometrica da cose in apparenza sievolissime sa dedurre conclusioni stupende, ed inaspettate. Dando per tanto una verità mano all'altra, nacque all'improvviso una nuova Scienza ignota all'Antichità, su cui si fondano i moderni ritrovamenti, i quali quanto superano i Galileani per la sublimità, altrettanto restano indietro per il pregio della invenzione.

Già si sapeva, che i pesi in piombando abbasso si accelerano, sperimentandosi tanto più gagliarda la percossa, quanto da maggiore altezza discendono: ma niuno s'era per anco pensato d'indagarne le leggi. Si avvide il Filosofo Fiorentino, che i minimi aumenti delle velocità non rispondevano in proporzione alle flussioni degli spazj trascorsi nella caduta; atteso che per compiere qualsivoglia brevissimo viaggio, non ci vorrebbe meno d'una eternità. Conobbe egli adunque doverci ricorrere al tempo, e stabilì siccome un principio, che moto uniformemente accelerato si è quello, nel quale in tempi pari si aggiungono al mobile gradi eguali di velocità, ed in cui conseguentemente, cominciando dal punto di quiete, gli spazj sono in ragione dei quadrati dei tempi, e delle celerità. Crediam noi, che il citato Scrittore fosse mai giunto a darci una compiuta teorica delle discese dei corpi gravi e per le linee del piombo, e per i piani inclinati, e per le superficie curve, che avrebbe perfezionata la Balistica, e la dottrina dei pendoli tanto utile agli usi civili, e all'Astronomia, e che ci avrebbe arricchiti di tutte quelle cognizioni, che ne' suoi volumi si leggono; s'egli si fosse trattenuto

di proposito a contemplare in se stessa la gravità? Si riponga pure o fra le attrazioni magnetiche, o alla vertigine della materia eterea si attribuisca, ovvero abbia a concepirsi siccome una qualità innata dei corpi, dalla quale verso i loro centri incessantemente vengono spinti, o finalmente come una legge a tutta la materia comune, onde si mantenga fra le parti dell'Universo un mutuo, e perpetuo commercio; queste, ed altre meditazioni sono belle, ed ingegnose, e senza dubbio anche troppo per il cervello austero del Galileo. A lui bastava soltanto di poter assumere la gravità, lasciate da parte le cagioni, da cui deriva, siccome una forza al mobile continuamente applicata, e costantemente operante per tutto il viaggio, s'ella è uniforme, o almeno per ogni minimo spazio, se i fenomeni la richiedon variabile. Per le quali cose al presente metodo, che conforme ho notato, nell'interno delle operazioni naturali guari non penetra, poco importa, se una sola, o molte cagioni nella produzione dell'effetto s'impiegano, se il meccanismo sia semplice, ovvero composto di parecchi elementi insieme misti, e confusi. Quello, che maggiormente rileva, si è che, gli effetti sieno fermi, ed invariati, e che le leggi moderatrici non vengano nè punto nè poco alterate, perchè succedendo, che la Natura ne' suoi lavori varia, ed inconstante si mostri, ed ora ad una regola, ed ora all'altra si appigli; in sì fatta positura di cose la nostra maniera di filosofare non trova luogo, e fa di mestieri rifuggire a qualche altro metodo; avvegnachè tutte le ricerche fisiche collo stesso artificio non vogliono essere maneggiate.

IV.

In questo mentre se accadesse mai, il che ci giova sperare, che l'intelletto umano stendendo più oltre i suoi voli, giungesse a nettamente comprendere un qualche altruso fenomeno del numero di quelli, che a' nostri giorni si giudicano inspiegabili, e a mettere in chiaro non solo le cause, che a generarlo concorrono, ma di più il modo, con cui la Natura vi si adopera intorno; non nego già, che mosso un altro passo, fossero per estenderli i confini del sapere. Con tutto ciò le scoperte massicce fin ora sagacemente fatte sul piede, in cui sono, si rimarrebbero. Venga al Mondo un Filosofo di genio sublime, il quale non per via di nozioni metafisiche, o d'ipotesi arbitrarie, ma di veri, ed incontrastabili principj meccanici ben applicati, ci mostri a dito la serie degl'impulsi, che passando da corpo a corpo sollecitano all'ingiù le masse pesanti. Ci manifesti distintamente la materia operante, la sua quantità, la sua forza, le sue direzioni, ed oltre ciò la maniera, per cui al grave si comunica il movimento, e qualmente colla reazione il modifichi. Non si dimentichi di qualisia circostanza appartenente al subbietto, e di tutte le particolarità ci dia una rigorosa dimostrazione. Avrà egli certamente fatto assai: frattanto le verità esposte dal Galileo, dal Borelli, dall'Ughenio, e dagli altri moderni Geometri interamente sussisteranno, anzi verranno maggiormente confermate, e non mai corrette, o distrutte, accrescendosi in noi il piacere di vederle a nascere dalla loro primitiva origine. E se così è, avranno bensì i nostri Posterì, onde maravi-

gliar-

gliarsi, e forse con ragione, che ci siamo arrestati a mezzo il viaggio, ma non potranno rimproverarci che dal retto sentiero abbiám deviato.

V.

M'inoltro a considerare un'altra prerogativa del metodo, la quale consiste nell'artificio di ridurre le cose ad una grande semplicità. E vaglia il vero, ad una qualunque cagione o semplice, o di parecchie cagioni, ed elementi formata, la quale non sia conosciuta in se stessa, ma bensì negli effetti da lei con inviolabili leggi prodotti, poco ci vuole ad imporre un nome, chiamandola o gravità, o attrazione, o forza di molla, o virtù magnetica, o che so io. Né ci dia noia il vocabolo, per cui si dinota piuttosto l'effetto, che la cagione. Ed ogni qual volta giusta le idee popolari, e le comuni nozioni si adoprano con tale circospezione le parole, e se ne restringe il significato ad esporre l'effetto noto colla debita dipendenza dalla causa ignota; indiscreto è colui, che piatisce ostinatamente sopra una voce, e ce ramove querela. Bisogna poi far passaggio dai canoni, che regolano gli effetti, o sia la reazione, a quelli, che danno norma alle cause, o vogliam dire alle azioni. E' così stretta la connessione tra la causa generante, e l'effetto generato, che sebbene non s'intendono le circostanze, ed il modo della produzione, dalla forza però, che risiede nell'effetto, si misura l'energia, che dalla cagione nel produrlo s'impiega. Affermando io, che un grave naturalmente discende, esprimo con chiarezza ciò, che in fatto succede, e adombro nel tempo stesso oscuratamente la cagione nascosta sotto il velo d'una parola, appellandola gravità. Ma quando dall'esperienza mi vengono notificate le leggi della caduta, agevolmente arrivo a comprendere l'andamento degli impulsi passo passo al mobile comunicati. Cominci il peso A (Fig. 22.) a piombare all'ingiù per la verticale AB, e si sappia, che in ogni punto C si trova animato dalle velocità esposte per le ordinate CD della curva data ADG. Atteso che la forza viva, che risiede nel mobile giunto che sia al sito C, ci viene rappresentata da una grandezza proporzionale al quadrato della velocità $CD = u^2$; da ciò si conosce quanta forza nell'effetto si trasfonda dalla cagione. E perchè l'impeto si acquista a gradi, e tanto più si aumenta, quanto il grave avanza cammino, movendosi un passo per lo spazio inassegnabile $ec = ds$, si accrescerà la velocità per la flussione $ED = du$, e conseguentemente anco la forza viva per il momento della celerità moltiplicato nella massa, o per il prodotto mdn . Se dunque si ha da mantener ferma la corrispondenza tra la causa, e l'effetto; egli è necessario, che la gravità contrassegnata per la linea $ec = f$ accompagnando il corpo e sollecitandolo uniformemente per il tratto infinitesimo eC , vinca l'inerzia di esso, coll'aggiungerci una minima impressione equivalente all'accrescimento della forza novellamente guadagnata. Per la qual cosa avremo $ec \cdot C = f ds = mdn$, ed

integrando $\int f ds = \frac{1}{2} m u^2$. Quindi descritta la curva FEH colla condizione

che

che le doppie aree $AceF$, $ACEF$ sieno eguali alle rispettive quantità $m \times$

$\frac{a}{cd} m \times \overline{CD}$; la predetta curva ci mostrerà la scala delle forze accele-

ranti, e le menzionate aree ci metteranno sott'occhi gli aggregati degli innumerevoli impulsi successivamente dalla gravità al mobile partecipati, onde dalle azioni d'una forza morta quantunque minime, ma infinitamente replicate, la forza viva si generi.

VI.

Appresso per maggiore semplicità bene spesso si finge, e si considera la Natura siccome operante nel vano. Veramente questa si è una pura finzione, ma tale, che ben usata ci guida per un sentiero più corto, e meno intralciato alla verità. Ogni qual volta i fenomeni piglian la norma da leggi ferme, ed immutabili (perchè altrimenti conforme ho già detto, ed ora lo replico, infruttuosamente al metodo si ricorre) può intervenire, che due, o più elementi fra loro contrarij di forza, e di direzione talmente si contemperino, che dopo le vicendevoli azioni, e reazioni, come se non ci fossero, nulla rimanga, almeno per quello appartiene all'effetto principale, e che un'altra cagione nel tempo stesso del pari impedita, ed avvalorata eserciti liberamente il suo intiero vigore. In sì fatte circostanze si trascurano francamente quegli elementi, che non lasciano di se alcun vestigio, e le forze agenti, che nel produrre gli effetti s'impiegano, si misurano, e si computano, come se per uno spazio vuoto operassero. Sciolga una nave dal lido a vele piene sospinta dal vento, che soffia con egual gagliardia: egli è certo, che il moto del vascello s'anderà passo passo accelerando, finattanto che la forza dell'aere nelle vele raccolta supera la resistenza dell'acqua, che non può essere cacciata fuori di luogo senza contrasto. Ma perchè quanto la nave cammina più pronta, tanto più per una parte si sottragghe all'urto del vento, e ne riceve una minore impressione, e per l'altra tanto più ricresce la ripugnanza dell'acqua obbligata a cedere con maggiore velocità; egli è necessario, che le due forze da principio ineguali, scemando la più grande, ed aumentandosi la più picciola, in progresso all'equilibrio pervengano. Ed in tale stato avranno a perseverare, mentre non si diversifichino le circostanze: conciossiachè le spinte istantanee, che dal vento successivamente si comunicano al vascello, dalla reazione dell'acqua vengono bilanciate; l'onde non ne nasce effetto di sorta, per quello concerne l'accelerazione, o il ritardamento della nave, la quale prosegue il suo viaggio con moto equabile in virtù dell'impeto già concepito. Ora tolta di mezzo l'aria, e l'acqua, ed estinti gl'impulsi, che per mezzo del corpo del vascello passavano da un fluido all'altro, la forza partecipata al mobile, che in esso risiede, e si conserva non essendoci agente esterno, che la diminuisca, o l'accresca, farà sì, che la nave seguiti a correre per lo spazio vano, ed indefinito colla stessa velocità, e colla medesima direzione. Quindi il supposto quantunque

fini.

finto, al vero però equivalente, ed immune da ogni errore ci servirà per segnare la strada, e misurare esattamente il cammino.

VII.

Diali frattanto, che dagli elementi o cospiranti, o contrari venga in qualunque maniera alterata, e modificata l'economia delle cause principali, se non ostante ciò gli effetti a leggi ferme, e costanti si ravvisano sottoposti, il nostro metodo c'insegna a riflettere semplicemente sul complesso, o meglio sul residuo delle cagioni operanti, mettendo in non cale quelle forze, ch'io chiamo secondarie, le quali fra loro contrastandosi in altri usi si spendono, e nell'effetto primario, di cui si va in traccia, non influiscono. In cotali malagevoli ricerche tutto l'artificio consiste nel farli di proposito ad investigare la legge speciale di forze atta nata a produrre nel vacuo quegli stessi effetti, e quella serie di fenomeni, che nel pieno si osservano. Ottenuto ciò, che senz'attenzione, e sagacità non si ottiene, ci si presentano a folla le conseguenze, ed una verità nascendo dall'altra, cioè le più composte dalle più semplici, si vede chiaro abbastanza; onde dilucidar la materia, quantunque non s'abbiano sotto gli occhi le circostanze tutte, e l'intero apparato di azioni, e di reazioni posto in opera dalla Natura. Ci vuole senza dubbio un più lungo filo di raziocinj per intendere gli effetti complicati di contrasti, e di opposizioni, ed uno molto più breve, quando dalle resistenze si prescindè, e s'istituiscono i computi sulla sola porzione di forza, che nell'effetto principale unicamente s'implica.

VIII.

So bene anch'io, che chi potesse tener conto d'ogni elemento, descrivendo a parte a parte il meccanismo della Natura con tutte le leggi primarie, ed accessorie, dall'aggregato delle quali, e dal loro temperamento l'opera finalmente a perfezione si riduce; non dovrebbe valersi certamente dei metodi artificiali, e succedanei, trasportando la cosa dal pieno al vuoto, e dal fisico al geometrico. Ma forse non è ancor nato, e stenterà forse a nascer colui, al quale sia dato in sorte il poggiar tant'alto. E qui bramerei, che il Lettore richiamasse a memoria, che intorno le resistenze anno scritto diffusamente i più profondi Matematici de' nostri tempi, e se si dee parlare sinceramente, con pochissimo profitto: perchè le loro teorie, sebbene sottili, ed appoggiate ai canoni della interior Geometria, in nessun modo s'accordano coi fenomeni. Ho dimostrato altrove essere inconstante, e variabile, e rinferrata fra certi limiti quella specie di resistenza, che semplicemente proviene dalla inerzia della materia; e se vi si aggiungono le altre due precedenti dalla tenacità, e dal fregamento, delle quali non sono peranco poste le leggi fuori di ambiguità, s'imbroglia talmente la faccenda, e si mischiano, e si confondono gli elementi, che non se ne sa trovare nè capo, nè via. I dati ci si cambiano in mano, i calcoli differenziale, e sommatorio ci abbandonano, e la fantasia umana resta sopraffatta dalla moltitudine.

ordine delle circostanze; e delle leggi insieme confuse, ed incorporate.

In questo mentre la Natura, che ne' suoi computi non s' imbarazza, e con pari franchezza nelle sue fatture o semplici, o composte si adopera, frequentemente dalla unione di parecchi elementi misti, ed intralciati si ricavarè effetti semplici, e regolati, e da leggi stabili moderati. Ora se queste leggi per via di accurate sperienze ci si rendono manifeste, dimando qual partito si deggia prendere. Abbiamo forse a sviluppare ad uno ad uno i predetti elementi, per farci strada alle loro imbrogliatissime combinazioni, onde si pervenga finalmente a cogliere la Natura sto per dire sul fatto, e a deciferare il suo recondito magistero? Lo sforzo sarebbe grande, e sublime, ma niuno, cred' io, si costituirà mallevadore della buona riuscita, perchè ci smarriremo a mezzo il cammino, allontanandoci sempre più dalla meta, quando ci parerà d' essere più prossimi ad afferrarla. Dobbiamo forse lasciare la cosa intatta, e trasandarla siccome superiore alla nostra capacità; o pure conforme tutto di sì pratica, servirei di frivole conghietture, e d' ipotesi mal fondate? Nulla di ciò; avvegnachè il nostro metodo opportunamente ci soccorre, e ci addita il modo, almeno per quanto si può, di ben maneggiare il soggetto. Ne abbiamo un esempio nella teorica Newtoniana dei moti celesti, col quale meglio assai, che colle parole si mette in chiaro la massima. (a)

IX.

Due cose ancora restano a dirsi in proposito del metodo, che vo prolissamente spiegando. La prima si è, che quanti più dati abbiamo alle mani, con tanta maggior franchezza s' entra nella proposta materia; conciossiachè col numero dei dati va del pari quel delle leggi, ed ogni dato, ed ogni legge è seconda di conseguenze. Queste derivansi non solo da qualunque fenomeno in particolare, ma di vantaggio molte, e molte dai loro diversi combinamenti: per la qual cosa sbucando da varie sorgenti, e diramandosi per varie vene la verità, ci si affacciano parecchi teoremi, che ben dedotti, e ben dimostrati ci danno materia per un compiuto Trattato. Bisogna confessare frattanto avvenir di rado, che ci vengano da sicuri, ed irrefragabili esperimenti somministrati tanti fenomeni, e tanti canoni, i quali bastino, perchè nel subbietto nulla resti a desiderarsi. Molte verità alla giornata si svelano, e molte più nel bujo rimangono o per mancanza dei dati, o per difetto di attenzione nell' applicarli. E se così è, le nostre scoperte servono ad abbreviare la strada a quei, che verranno, i quali non avranno a principiare dove abbiám cominciato noi, ma bensì dove abbiám finito.

Nel

(a) Di ciò ha trattato l' Autore nel Saggio intorno il Sistema dell' Universo Lib. II. Part. I. Cap. V. VI. VII.

Nel sistema dei moti celesti non anderanno egli in traccia del canone dei tempi parziali, o di quello dei periodici, ambo manifestati dal Keplero, nè della legge delle forze centrali determinate dal Cavalier Nevvton in ragione reciproca duplicata delle distanze, nè di qualche altra proprietà dai Moderni fatta palese. Dovranno bensì affaticarsi, se pure riuscirà loro l'intento, in ridurre a regole ferme certi fenomeni, quali presentemente di voler sottoporsi ad alcuna legge non mostrano. Cotali sono le eccentricità dei Pianeti, i tempi delle rivoluzioni intorno gli assi, e le inclinazioni degli assi medesimi al piano delle loro particolari ecclittiche, e di queste alla terrestre, o piuttosto all'equatore solare con molte altre particolarità, di cui mal si rende ragione o per via di congruenze, o per via delle cagioni finali. E' nostra disgrazia, che delle mille cose una a fatica se ne fa, e le restanti tutte profondamente s'ignorano. Abbiamo intanto onde rassicurarci in risfettendo, che ciò, che da Noi presentemente non si comprende, non arreci pregiudizio di sorta alcuna a quelle sincere cognizioni, che a forza di stento, e di studio appoco appoco ci siamo acquistate. Potrebbe essere, che con l'ajuto di nuovi dati si manifestassero dei canoni per anco occulti, i quali forse o per via di dipendenza, ovvero di concomitanza fossero strettamente connessi con quelli, che sono già conosciuti. Frequentemente accade, che le verità naturalmente legate insieme o sussistono separate nell'intelletto umano, che non ne discerne l'attacco, o pure se ne sappia una sola, e non le compagne; perchè ci mancano i mezzi di rintracciarle. Ma se avanzando cammino, si vede com'esse verità diansi la mano scambievolmente; allora persistendo intatte le per avanti cognite, una novella luce sulla materia viene a diffonderli.

Prima che l'incomparabile Cavalier Nevvton c'insegnasse, che le forze, dalle quali sono obbligati i Pianeti a trattenerli nelle loro orbite, tanto decregono, quanto si aumentano i quadrati delle rispettive lontananze dal centro comune, era noto il canone del Keplero concernente i tempi periodici ricrescenti in ragione sesquiplicata delle distanze medesime. Si sapeva il fenomeno, e della causa eravamo onninamente all'oscuro: anzi non essendo la proporzione dalla Natura prescelta del genere di quelle più semplici, di cui suole la nostra mente appagarsi, si difficolta per questo capo l'investigamento della cagione. Ora si capisce chiaramente, che la regola del Keplero si è una conseguenza della legge Nevvtoniana. All'incontro io resto sopraffatto dal modo in apparenza irregolare, con cui procedono le eccentricità dei Pianeti, e le proporzioni fra gli assi delle curve ellittiche. Qui certamente ci sta nascosto un qualche arcano, di cui non abbiamo la chiave; mentre chi potesse penetrare nei segreti ripostigli della Natura, ci si affaccerebbe un ordine stupendo di cose affatto alieno, e remoto dai nostri concepimenti.

X.

Do compimento a' miei ragionari sul nostro metodo con l'ultima avvertenza. Sta esso in qualche modo di mezzo fra le posizioni puramente
Tom. II. Opere Ricc. Y y geo-

geometriche, o meccaniche, e le ipotesi fisiche degli Atomisti, e dei Cartesiani. Va del pari con quelle nel fine, che si prefigge, di corrispondere alle apparenze, e ai fenomeni: e cammina di concerto con queste, perchè si appoggia a' principj fisici. Delle seconde non farò presentemente parola, avendone trattato a lungo in un capitolo a parte: dirò soltanto, che i Filosofi ipotetici troppo presumono, quando ci vogliono far vedere con gli occhi della fantasia il principio, il progresso, ed il compimento delle operazioni della Natura. Sotto la rubrica delle prime io colloco le vecchie, e le nuove teoriche dei Pianeti, e le costruzioni matematiche, che servono all'Astronomia, nelle quali con replicati tentativi di molti secoli ora correggendole, ora modificandole, ed ora mutandole, finalmente si è conseguito, se pure si è conseguito, che le tavole indi dedotte non discordino gran fatto dal Cielo. Bisogna però confessare, ch'esse sono totalmente aliene dalla Fisica, e che intesa a soddisfare alle sole apparenze non si curano nè punto, nè poco di tener dietro al meccanismo della Natura, e d'investigarne le leggi. Alle affezioni geometriche aggiunganse le strutture meccaniche lavorate, acciocchè prestino un pari ufficio. Si conserva tuttavia la memoria della stupenda sfera vitrea d'Archimede rappresentante in breve giro i moti celesti, e benchè l'artificio della ingegnosa fabbrichetta non sia pervenuto a nostra contezza, possiamo però supplire alla perdita colle moderne invenzioni. Raccordo la macchina di Cristiano Ughenio, la quale ci mette anzi gli occhi le rivoluzioni de' Pianeti secondari, che Giove, e Saturno circondano. E fra tutte le altre, che annoverar si potrebbero, non è da porre in dimenticanza l'esattissimo plano-sferologio, opera del celebre Bernardo Facini Veneto ad uso, e diletto della Ser.^{ma} Dorotea Sofia Contessa Palatina del Reno, e Duchessa di Parma, e Piacenza: nel quale ordigno, oltre i giri del primo mobile, e delle stelle più cospicue del firmamento, si dimostrano colle loro anomalie i rivolgimenti del Sole, e della Luna. Quest'oriuolo maraviglioso è composto di molle, di ruote, di perni, di pendoli, di coclee, e che so io, organi, che certamente non an luogo in Cielo, nè la meccanica dello strumento ha punto, che fare con quella della Natura. Non ostante ciò, se la picciola macchinetta è una immagine in compendio delle celesti vicissitudini, ed i suoi movimenti a quei dei Pianeti, e delle stelle fisse compiutamente rispondono, camminando essa passo passo col Cielo, e segnando fedelmente i circuiti, i tempi, e le fasi dei corpi superiori, si giudica ridotta all'ultima sua perfezione. Il nostro metodo si discosta egualmente dall'uno, e dall'altro estremo; conciossiachè per una parte non è così ardito di fondare la scienza delle cose naturali sopra ipotesi immaginate a capriccio; e per l'altra non si contenta di salvare semplicemente le apparenze, ma va in traccia delle leggi fisiche, dalle quali prendon la norma i fenomeni.

CAPITOLO UNDECIMO

Delle Ipotesi.

I.

L Un'ga stagione io sono stato perplesso in che pregio avesse a tenerfi il metodo, che nei naturali investigamenti procede per via d' ipotesi, e che nel passato secolo con esorbitante piena ha inondata l'Europa tutta, e massimamente la Francia, da che cominciarono a gittar profonde radici le due Sette affatto ipotetiche de' Gassendisti, e de' Cartesiani. Si sarebbe preservata dal comune contaminamento l'Italia, se dietro l'orme del Galileo si fosse attenuta alla massima sodezza, e fondamentale, che le ipotesi sono belle, ed ingegnose, ma per lo più non dimostrate, nè dimostrabili. Confesso di buona fede, che molti de' nostri si sono lasciati trasportare a seconda della corrente: ma per non defraudare la mia nazione della debita lode, deggio dire altresì, che i nostrali a confronto degli stranieri sono stati assai più parchi e circospetti nel fabbricare castelli in aria, ed in allentare la briglia alla fantasia. Leggansi in prova di ciò il Torricelli, il Borelli, il Malpighi, il Montanari, il Bellini, il Redi, e parecchi altri ch'io traslando, per non ordire un lungo catalogo. Dappoichè vennero alla luce le opere maravigliose del Cavalier Isacco Nevvton, si avviddero gl' Inglese esserci una maniera più esatta, e più solida di filosofare, e cominciarono a disgustarsi delle ipotesi: se pure le anno quanto basta abbandonate di che per ora non so parola. Veggasi la bella prefazione del celebre Ruggiero Cotes posta in fronte ai Principj matematici della Filosofia naturale del lodato Cavalier Nevvton, in cui si approva il metodo insegnato e messo in pratica dal Galileo.

Per lavorare una ipotesi intorno qualche fenomeno, che ci si presenta, e di cui si voglia tentare la spiegazione, egli è d' uopo formarfi in testa, e ben concepire una struttura puramente meccanica, la quale al caso esattamente si adatti, ed alle apparenze risponda colla debita puntualità: a tal che se di essa si fosse servita la Natura nascerebbono gli stessi effetti colle circostanze medesime, che in fatto si osservano. Questa foggia di maneggiare i problemi della Fisica a primo aspetto è così semplice, e tanto confacente alla nostra immaginazione, che pare non potersi desiderar di vantaggio. Per la qual cosa non facciamo le maraviglie se l'indicato metodo abbia avuto, e credito, e spaccio, e se tuttavia si mantiene in riputazione, conciossiachè l' intelletto umano prova una gran compiacenza, mentre si lusinga d'andar di pari colla Natura, anzi quasi dirci di prevenirla, mostrando a dito qualmente poteva ella, e dovea adoperarsi ne' suoi lavori, e diriggere le sue più segrete operazioni. Afferisco pertanto, che nelle fis-

Yyy

che

che investigazioni le ipotesi, quantunque non dimostrate, nè dimostrabili, si condanneranno sempre, e sempre si riterranno. Io per me non ho coraggio di totalmente bandirle: mi ingegnerò soltanto, se mi riuscirà la faccenda, di ridurle a dovere, onde si adoprinò con cautela, e con discrezione. Perciò mostrerò il buon uso, che può farfene, e da quali circospezioni vogliono essere accompagnate: indi metterò in vista gli abusi, che fatalmente si sono introdotti, ed anno convertita la Fisica in una specie di romanzo.

II.

Sovente accade, che da una teorica, per altro ben avverata colle spe-rienze, e coi raziocinj, si ricavano conseguenze, le quali sembrano strane, e maravigliose, e facendo forza alla fantasia lasciano la mente inquieta, e perplessa. Talvolta ancora contro ad essa si mette in campo qualche eccezione, o difficoltà, di cui non si vede chiara la soluzione. In questi incontri non si può condannare l'uso moderato di qualche semplice ipotesi, la quale metta in calma la fantasia, e ci adombri un modo, onde si dilegui la proposta difficoltà. L'ipotesi, quantunque congrua, e naturale, non si vuol ricevere come vera, ma soltanto come acconcia per liberarci da que' sospetti, che ritrar ci potrebbero dall'abbracciare la ben fondata teorica.

Dall'ipotesi Copernicana discendea per legittima conseguenza, che le stelle fisse doveano essere collocate in un'immensa incomprendibil distanza dal nostro globo, la quale veniva da' suoi contraddittori rinfacciata, siccome un patente assurdo. Ad allontanare una difficoltà, ch'è tutta dell'immaginativa, basta con una semplice ipotesi, siccome ha fatto il rinomato Cristiano Ughenio, supporre, che il Sole, e la Stella Sirio, sieno eguali, e di luce egualmente vigorosa forniti.

Essendo fuor di dubbio, che le Stelle fisse son tanti Soli di luce propria risplendenti, si cerca quanto dalla Terra abbia a rimuoversi il Sole, onde faccia in noi una impressione simile a quella di Sirio. Il lodato Scrittore volto a ritroso un lungo tubo ottico, si avvide, che l'immagine solare ricevuta nella retina non si diminuiva abbastanza. Perciò applicati al cannocchiale alquanti microscopj più, e meno acuti, dopo varj tentativi s'avvenne in una combinazione di vetri, per cui a giudizio del senso vedeva sotto il medesimo aspetto il Sole di giorno, e Sirio di notte. Ridotto il computo dai teoremi noti della Diottrica, dalla lontananza apparente, e calcolata del Sole dedusse quella di Sirio. Quantunque l'ipotesi non ci dia di gran lunga la misura esatta; serve però alla principal intenzione di farci comprendere la sterminata distanza fra noi, e le Stelle fisse. La qual osservazione fa disparire interamente la difficoltà promossa contro al sistema Copernicano.

III.

III.

Mi sia permesso di rischiarar la dottrina con un secondo esempio. Contro all' infallibile proposizione idrostatica, che ogni corpo più grave in ispecie dell' acqua immerso in essa discende, e si porta al fondo, si vuol opporre, che i sali, comunque sieno specificamente più gravi, pure disciolti nuotano sospesi, nè dalla gravità loro sono abbasso precipitati. Difficile impresa sarebbe lo stabilire il preciso meccanismo, di cui ad ottenere un tal fenomeno servissi la Natura. Ma a chi non ha altro in animo, se non se di rimuovere l' obbiezione, potrà bastare la seguente non inverisimile ipotesi.

Ponghiamo, che tra le particelle dell' acqua, le quali toccansi, sieno frapposti alcuni spazietti vacui, cui noi possiam dar il nome di cellule: ponghiamo di più, che le particole saline per la dissoluzione sieno a tal picciolezza condotte, onde si possano annicchiare nelle cellule, senza esser toccate dall' acqua superiore, e la presson sostenerne. Certa cosa è, che le dette particelle saline polte dentro le cellule, sebbene più gravi in ispecie dell' acqua, non devono calar in giù; perchè non essendo gravate dall' acqua superiore, operano colla sola lor gravità, e vengono al contrasto colla gravità maggiore della colonna laterale del fluido. L' ipotesi riceve maggior probabilità da due osservazioni; la prima si è, che l' acqua impregnata di sali s' aumenta o nulla, o pochissimo di volume; la seconda, ch' essa è valevole a sostenere una determinata copia di sali, e non più. Amendue le osservazioni suddette altro non sono, che conseguenze schietissime dell' ipotesi; perchè se le particelle s' adaggiano nelle cellule, non rierisce il volume, e riempite che sieno, il sale di sopra più è costretto a discendere.

IV.

Alla prima maniera di ben usare le ipotesi facciam succedere la seconda. Talvolta si assume un' ipotesi a piacimento, che sappiamo non esser vera, nè tampoco verisimile. Non ostante ciò siccome equivalente si adopera; imperciocchè mutandola sul fatto, e surrogandone qualunque altra, non si diversificano punto le deduzioni, e non si snerva il vigore del raziocinio. Abbiassi ad indagare in che consista la maravigliosa energia di certi liquori più risentiti, e non viscosi, e tegnenti, come l' acqua, ed altri parecchi, per cui posti essi in un vase, ne premono in ogni sito le pareti, ed il fondo con tanta forza, come se in ciascuna stilla fosse raccolto tutto il peso d' una colonna di gocciolè uguali l' una sovra l' altra a piombo addossate, e prolungata sino alla superiore estrema superficie del fluido. In oltre aperto nella sponda uno spillo, esce l' acqua per la direzione normale alla toccante del vaso con impeto, e spirito, e con celerità appropriata alla menzionata altezza, e tale, che si sarebbe acquistata in cadendo dalla medesima sublimità. In questa ricerca, poste in non cale le varie opinioni-

nioni de' Fisici concernenti la fluidità, si badi soltanto al fenomeno. Una goccia in particolare, che alla superficie interiore del ricetto si appoggia, trovasi in istato di quiete, almeno relativamente al moto, che le si debbe comunicare. Appena dischiuso il foro, spiccia essa fuori coll'assegnata velocità terminale, che successivamente le vien impressa, ed aumentata, non operando mai la Natura di salto, sinattantochè per tutti gli intermezzi giugne ad un grado determinato. Fa d'uopo dunque, che la detta stilla venga stimolata, ed accelerata da una forza morta costante, che l'accompagni, e nell'atto di uscire dal vaso non l'abbandoni, cioè per tutto il picciolissimo spazio eguale alla sua grossezza. Compiuto l'effetto, all'azione delle particelle, che la circondano, e da tutti i lati con pari impressione la stringono, ella più non foggia. Ora se io per investigarne il modo, ed il meccanismo, e per agevolarne la dimostrazione, fingerò, che ogni elemento acqueo sia di figura sferica, ed uguale di mole, e di densità, porrò una ipotesi falsissima in tutti e tre i presupposti, ma che alla vera da vicino si accosta, e nelle conseguenze con essa si confonde per una specie di adeguazione.

V.

Anche nelle scienze più rigorose giovani tal fiata le posizioni false, e se ne anno degli esempj specialmente nell'Aritmetica. A nostro proposito venga in campo la trita formola del Galileo concernente le forze costanti applicate ad un mobile, cioè $2fs = mu^2$. La lettera f dinota la forza motrice, la quale misurandosi, conforme ho detto, dall'altezza superiore del fluido sostenuto nel ricettacolo, rispetto alla goccia mossa, ed al conato, ch'esercija, persiste adeguatamente invariata, e può far figura di unità. Per la specie s si esprime lo spazio corso dalla stilla nello sbucare dal vase, ed uscire all'aere aperto: il quale spazio s'agguaglia alla dimension della gocciola, che siccome asse ora maggiore, ed ora minore, determina la direzione del moto. Le altre due m , ed u espongono la massa dell'elemento, e la terminale velocità. Quinci essendo s ad m^2 in data ragione, la detta

$\frac{u}{m}$

celerità sta in proporzione composta, diretta dimidiata dello spazio, ed inversa altresì dimidiata della massa. Per la qual cosa se ogni particola del fluido alla stessa pressione sottoposta dee sortire dalla vasca con pari celerità; fa di mestieri, che gli assi delle goccioline riguardino le rispettive masse con proporzione costante. Ciò si verifica nella ipotesi assunta, che i liquidi si compongano di menomissime sferette uguali, e dense ugualmente, nascendo di conseguenza, che i diametri, o gli spazj trascorsi sieno fra essi, come altresì le masse in ragione di egualità. Niuno si persuaderà mai, che la Natura s'abbia addossato un tale impaccio, ed i fenomeni apertamente vi ripugnano. Le particelle dunque di qualsivoglia fluido spiritoso si schiaricherebbono dai ricettacoli con differenti velocità, tolta la norma, e la misura delle masse più rare, e più dense, dalle grossezze
giusto

giusto la direzione del moto, e dalla irregolarità delle figure; mentre però potessero ad una ad una spicciare. Ma perchè dagli spilli aperti sgorgando a frotta s'incalzano, e si affollano; ne segue, che in tal guisa scambievolmente si accelerano, e si ritardano, ed in una vena continuata, e regolare conformansi: laonde fatta la debita compensazione, acquistano una velocità media, ed adeguatamente pari a quella, che alle menzionate omogenee sferette si converrebbe. Ed ecco sottratto il finto in luogo del vero, senza pregiudizio delle illazioni, che se ne deducono.

VI.

Alcuni pochi sono stati d'avviso, che la somiglianza delle particole elementari, che nel precedente esempio abbiamo supposta, non solamente nell'acqua, ma ancora negli altri misti, ipotesi non sia, ma verità da sicurissime osservazioni manifestata. Ho letto, che il celebre Leuvenhoek co' suoi acutissimi microscopj era giunto a tale di vedere tutti di figura rotondata i menomissimi corpicciuoli, di cui si compongono i misti. Niuno si darà a credere, che l'occhio armato possa mai pervenire a discernere l'ultima divisione della materia, e perciò non vorrei, che si prendesse il relativo per assoluto, e per una fisica verità un inganno ottico. Per quanto sieno fini gl'istrumenti, le più minime particole, che per loro mezzo ci si rendono visibili, appaiono confuse, e mal contornate, e ci si mostrano sotto una figura regolare, che non è la loro propria: in quella guisa appunto, che certi obbietti più grandi mirati in lontananza compariscono sotto un altro aspetto, e così una torre quadrata ci si affaccia siccome rotonda, essendo i primi a sottrarsi alla nostra vista gli angoli, e le altre irregolarità. I microscopj accostano quegli oggetti, che per essere minutissimi rispetto il vigore del nostro sensorio, sono in certo modo collocati ad una infinita distanza, e se non affatto invisibili, almeno non discernibili: ma che tali non deggiono riputarsi relativamente agli occhi di certi piccolissimi entomati, i quali avendo a vivere, a crescere, a propagare la loro specie, è fuor d'ogni dubbio, che veggono le cose ad essi proporzionate nella stessa guisa, che noi veggiamo quelle, che sono alla nostra portata, cioè relativamente grandi e piccole, aspre e lisce, rotonde ed angolari. E se con l'aiuto de' vetri certi menomi corpuscoli ci si presentano di figura sferica, e regolare; segno è, che nella maggior parte di essi s'annullano gli angoli, e le scabrosità, e conseguentemente si mirano mal distinti, e sotto una forma diversa da quella, che loro in fatto compete.

Per la qual cosa io accorderei di buon grado la domanda, che fanno gli Epicurei, i Cartesiani, e quasi tutti i Filosofi ipotetici, che venga loro concesso, che i minimi elementi, onde si formano i corpi, non si reputino della stessa grandezza, nè della figura medesima. Sono internamente persuaso, che la Natura non s'abbia presa la pena di lavorare tutte su un tornio le particelle elementari, e penso altresì, che messa in opra questa ricercata regolarità, mal si ottenessero i fini, ch'ella nelle sue strutture, e nel suo meccanicismo s'avea proposti.

VII.

Ritorniamo in sentiero. Non si dee dare un perpetuo bando dalla Fisica a quelle ipotesi, colle quali si procura di dare spiegazione a un qualche fenomeno, servendoci delle cause, per altri fenomeni conosciute, non ispacchiandole per vere, ma proponendole come semplici conghietture da essere sottoposte ad un rigoroso esame, con isperanza di renderci certi della loro verità, o falsità per mezzo di fondati discorsi, e di sensate sperienze. Non è credibile, quanto per questa strada siasi arricchita la Fisica, perchè sebbene la massima parte di cotai conghietture sieno state in progresso ripudiate siccome false; pure non poche tratte collo studio fuor d'ogni dubbietà, sono passate ad essere rese certissime.

Accortosi il Dottissimo Torricelli della suspension del mercurio dentro que'tubi, ove prima il vacuo erasi procurato, sospettò, che il fenomeno dipendesse dal peso dell'aria, con cui la gravità del mercurio s'equilibrasse. Propose modestamente cotai sospetto per modo di semplice conghiettura; ma non andò guari, ch'essa per opera de' Matematici Italiani, e Francesi al sommo grado di certezza fece passaggio. Ma non tutte le conghietture, come che vree, godono la fortuna di esser tratte in così breve tempo fuor di dubbio. Ve ne ha, che rimangono incerte per qualche età. Talvolta una posteriore inaspettata sperienza rischiarà ciò, che per l'addietro era oscuro, e ci fa vedere, che ci eravamo bene anposti: lo che non interviene se non se di rado, e nelle più semplici posizioni. Afferì Democrito essere la via lattea un aggregato di minutissime stelle fisse, e fra loro vicine. Questa opinione ebbe corso in via di mera ipotesi circa venti secoli impugnata dagli altri Filosofanti, i quali si credettero di soddisfare per varie strade alla celeste apparenza. Il cannocchiale Galileano ha sedato i contrasti, e ci ha messo anzi ~~gli~~ occhi la vera ragione del curioso spettacolo dal menzionato antichissimo Fisico indovinata.

Inteso l'Inglese Signore Bradlei a render ragione dell'abberrazione delle stelle fisse con' unir insieme le due ipotesi del moto della Terra per l'orbe annuo, e della propagazione della luce nel tempo assegnato dal Romer, toccò talmente il punto che l'insigne Astronomo Eustachio Manfredi, confrontata la teorica con replicate diligentissime osservazioni, ci lasciò una sincera testimonianza del perfettissimo accordo: caso in vero singolare, e del rapportato di Democrito assai più mirabile. Lo spiegamento ipotetico, che così puntualmente al cielo risponde, ad abbracciarlo c' invita, e quasi ci costringe: sebbene qualche scrupolo mi resta intorno l'applicazione del principio meccanico, su cui essendo io stato obbligato di mettere il mio parere in iscritto, ho procurato di ridurlo a dovere, senza però costringermi mallevadore della buona riuscita. In sì fatti incontri, ne quali ha luogo l'industria, e molto più la fortuna bisogna andar ritenuti, ed aspettare, che il tempo, gli esperimenti, e le novelle scoperte maturino le nostre cogitazioni, fondate bensì su qualche bella apparenza, ma che nè in forza
di

545
di discorso, nè di metodo arrivano ad acquistar polso di esatte dimostrazioni.

VIII.

Se i Filosofi fossero stati paghi di far uso delle ipotesi colle cautele spiegate, si possederebbe al presente una Fisica più perfetta. Ma una buona parte lasciando il corso libero alle loro immaginazioni, anno sostituito al vero modo di operare della Natura una scienza capricciosa, ed insussistente. Sinattantochè mi si dice, che la Natura non ha lavorate tutte su un tornio le particole elementari, io non ho che ridere: ma chi ha rivelato al Cartesio, che i pori della calamita sono fatti a spira, e che della medesima struttura sono gli efflusi, i quali perpetuamente circolano, insinuandosi per un polo, ed uscendo per l'opposto? Alcuni Fisici alle predette chiocciole anno surrogati i peli rigidi sotto un dato angolo ripiegati, che agli atomi magnetici per un verso vietino l'ingresso, e per l'altro il permettano. Non la finirei mai, se ad una ad una annoverassi le fantasie proposte dai Filosofi ipotetici, senza mai venir a capo di darci una netta, e sincera esplicazione degli stupendi effetti della calamita.

Appreso non contento taluno, che le minime particelle, onde si formano i misti, si diversifichino soltanto nella mole, e nella figura; aggiugnendo posizione a posizione professi, che per salvar le apparenze, faccia d'uopo di metterle ominamente varie nella sostanza; a tal che gli atomi dell'oro, dell'acqua, dell'aria non mutino mai natura, non diventino elementi d'un differente composto, ed altro non possano mai essere, che semi d'oro, d'acqua, d'aere, e così vadasi discorrendo. La Omeomeria di Anassagora era stata esiliata dalla Fisica meccanica: ma presentemente ristorata da un celebre Scrittore Francese con alquante limitazioni, torna a rinascere, ma non so se avrà la buona sorte di guarir sussistere, e di propagarsi. Comunque la cosa stia, dico, che non può certamente accettarsi per un postulato, e che siccome un teorema, ed anco de' più ardui, dee dimostrarsi. Sebbene mi somministrano un forte indicio in contrario la inerzia, e la gravità, che in tutti i corpi senza eccezzazione sono proporzionali alla quantità della materia.

IX.

L'ipotesi addotte in esempio non sono le più irragionevoli. Per altre spesse volte i Filosofi ipotetici mescono insieme talmente le figure, le grandezze, i movimenti, le forze, che non potendo il corto nostro intelletto tener dietro a così intricati involuppi, deve per fin dubitare, se in essi racchiudasi il carattere della possibilità. Sebbene talvolta è difficile il trovar raziocinio, che conduca le ipotesi ad un assurdo o fisico, o metafisico; nonostante s'ottiene pur qualche fiata di rinvenirlo, e di gittar a terra per questo mezzo la fabbrica. Si rivolga l'occhio alla decantata ipotesi de' vortici, colla quale, lasciati da parte al.ri fenomeni, anno procurato di manifestar la

cagione della gravità. Di questa ho parlato nel capitolo degli sperimenti per ciò che concerne le sperienze idistinte per confermarla, o distruggerla. Al presente metterò in vista quegli assurdi, che in varj suoi stati l'anno mostrata impossibile. Per parecchi anni s'è mantenuta in riputazione tal quale è stata dal Cartesio suo Autore la prima volta prodotta. Un assurdo tra gli altri col tempo s'è scoperto, cioè che i corpi gravi avrebbero a portarsi non al centro terrestre, ma a quello de' circoli paralleli. Conciòssiachè la direzione della forza centrifuga, ch'è sempre normale alla curva deferita, non può essere posta fuori del piano de' circoli paralleli: ma la gravità nasce dalla differenza, che passa tra le forze centrifughe della materia sottile, e de' corpi; dunque la direzione della gravità è nel medesimo piano, ed è diretta al centro de' circoli paralleli.

Così fatto potentissimo assurdo obbligò l'ingegnoso Cristiano Ughenio a riformare l'ipotesi, e per dirigere i gravi al centro terrestre s'immaginò, che la materia eterea si movesse da ogni parte pei circoli massimi della sfera. Il precedente assurdo è senza dubbio levato; ma un altro, e forse più considerabile se ne introduce nel principio, essendo chiaramente impossibile, che la stessa materia viaggi per tutte le direzioni. Per la qual cosa acconciamente disse il Bulfingero, che l'ipotesi del Cartesio incominciava bene, e finiva male, all'opposito quella dell'Ughenio incominciava male, e finiva bene.

Meno sospetta potea sembrar la riforma introdotta dal nominato Sig. Bulfingero. Egli non suppose se non due movimenti, l'uno, che si compie intorno all'asse terrestre, l'altro intorno ad un diametro dell'equatore. Ciò non ostante l'ipotesi non regge; perciocchè il chiarissimo P. Ruggiero Boscovik versando in questa materia ha geometricamente dimostrato, che in vigor de' due moti presupposti non si descrive un circolo massimo della sfera, ma una curva di doppia curvatura, la cui proiezione è una curva algebrica del sesto grado. Quindi dovendo discendere il mobile pel raggio osculatore della curva descritta, la sua direzione non passa quel centro terrestre.

X.

Ma benchè ci riuscisse in qualche incontro di mostrare il carattere della possibilità nell'ipotesi fabbricate; pure sarebbe ancor da cercarsi, se in esse contengasi il veromeccanismo della Natura. In prova di ciò vuol recarsi la seguente similitudine. Ci capiti alle mani un oriuolo di novella pellegrina invenzione, fornito di particolarità non più vedute, e d'usi non più praticati: ed un bravo operaio, cui si vieta di esaminarne la interna struttura, si metta al punto di fabbricarne un somigliante, e dopo lunghe meditazioni ne venga a capo. Egli è vero, che l'artefice ha sciolto il problema. Ma chi dirà mai aver lui incontrata quella stessa disposizione, e combinamento di ruote, di perni, e d'altri ordigni, che stanno celati nell'orologio primamente inventato? Coloro, i quali si compiaciono di cotai foggia di discorrere, giocano sempre ad indovinare, ed è colpo di mera fortuna, se talora colgono nel segno. Avvegnadiochè le ipotesi si negano colla stessa franchezza.

chezza, per cui si affermano, e non essendoci argomento convincente, che non possano fingersene delle migliori, ed egualmente corrispondenti ai fenomeni; egli è manifesto, che siamo sempre da capo, e che non fanno altra comparsa, salvo che di conghietture ingegnose, ma dubbie, ed incerte. S'aggiunga, che potendosi immaginare infinite maniere per ispiegare un fenomeno, picciola assai, e presso che infinitesima sarà la probabilità di prescieglier quella, di cui realmente la Natura si serve.

XI.

E questo lo dobbiamo affermare ancor dell'ipotesi più semplici; quantunque sieno fortificate con una non oscura analogia. La refrazione della luce me ne porge un bell'esempio, che a poco a poco verrò rischiando, prendendo le mosse dall'analogia. Sia il solido qualunque ABC (Fig. 23.), il quale cammini con velocità equabile giusto la direzione DEF, che passa per il centro di gravità, e dietro la strada urti in un fluido penetrabile, la cui superficie piana sia AG. Tre casi diversi cadono sotto la presente ispezione: conciossiachè il corpo predetto ABC nell'atto d'immergersi (prescindendo io a bello studio dai ribalzi, e da qualche altra circostanza) può soffrire maggior resistenza cagionata dalla reazione sotto la banda sinistra AHI, che prima si affutta, nel tempo stesso, che la destra BHIC viaggiando tuttavia per lo vano, non soggiace a contrasto di sorta. Per la qual cosa ritardata successivamente la celerità in prima dalla banda inferiore AHI, indi passo passo dalla superiore ABCI, sino alla totale immersione, ed a misura che il moto del solido vasi alla massa liquida in parte comunicando, ne segue necessariamente, che l'asse del movimento DIF dee cangiare di posizione, e rivolgersi in maniera, che il punto D si dilunghi, ed il punto F si accosti a poco a poco alla perpendicolare AK. Accadrà dunque, che dopo l'intero affuttamento, contemporandosi le resistenze, e cessando il giramento, viaggerà il mobile per una novella direzione, a cagion d'esempio EL, declinante verso la normale AK.

In questo mentre può intervenire tutto al rovescio; conciossiachè il prisma BCA (Fig. 24.) cammini giusto la direzione DEF, la quale colla superficie del fluido formi dal lato sinistro, come nell'altro caso, l'angolo acuto DEG; egli è manifesto, che dal punto A principiando il contrasto, ed opponendosi le resistenze primariamente alla porzione destra ABHI, e poscia alla sinistra CIH, la retta DEF direttiva del movimento si torcerà a mano destra, e seguita l'immersione, procederà per una via nuova segnata EL, che si discosta dalla perpendicolare. Ora fra gli esposti due casi contrarij un terzo ci stà di mezzo, qualunque volta il mobile si trova in circostanza tale, che le due parti divise dall'asse del moto, urtando nel fluido incontrino un pari intoppo. In questo supposto il solido riterrà la sua primiera direzione; imperciocchè il canone della perfetta indifferenza non consente, ch'esso da un canto, piuttosto che dall'altro si pieghi. E niente importa, che sotto qualunque angolo o retto, ovvero acuto, ed ot-

tutto tenti il corpo sodo di aprirsi la strada a traverso del mezzo; avvegna-
diocchè data la direzione DEF, è facile ad un Geometra il determinare le
figure de' corpi o piccioli, o grandi, onde con esse ai tre casi testè esposti
si soddisfaccia. Aggiungo, che nei solidi irregolari ha luogo talvolta una
specie di tirubazione, potendo succedere, che la resistenza del fluido co-
minci dal lato manco, indi diventi maggiore dalla banda destra, atteso
la irregolarità della figura; a tal che l'asse DEF pieghi da prima verso la
perpendicolare, e da poi si giri al contrario, oscillando a guisa d'un pen-
dolo, per fino a tanto che compiuta l'attuffazione, il moto continui per
quella retta, che dall' aggregato de' contrasti viene finalmente determi-
nata.

XII.

Premesso ciò, m' inoltro ad indagare, se per avventura la dottrina
per analogia alle refrazioni del lume applicar si possa. Diamo una scorsa
ai fenomeni. I corpi o duri, o fluidi, che penetrati dalla luce chiamansi
diafani, ne modificano l'azione, e ad essa si oppongono in ragione com-
posta della lor massa, e della loro tenacità, diversificando le proporzioni
costanti fra i seni degli angoli incidente, e refratto, conforme è noto a i
Diottrici. Appresso delle particole luminose componenti un raggio, che per
mezzo trasparente s' apre il passaggio, alcune si riflettono, altre seguitano
il cammino giusto la lor direzione senza deviare: ma il maggior numero si
ripiega, ed alla normale si accosta, soggiacendo però ad una specie di ano-
malia, mentre cioè il raggio incidente, che come una linea retta, o come
un sottilissimo filo cilindrico si considera, nell'atto di refrangerli in raggi
innumerabili si dissipa, e si disperge, ed in un cono conformasi, la di cui
punta sta nella superficie del mezzo refringente. Questo dissipamento del
lume, che aberrazione, o diffrazione si noma, avvertito dal celebre Ge-
suita Grimaldi, e poi coltivato dal Cavalier Nevvton, è secondo in conse-
guenze, derivando da esso l'origine de' colori prismatici. Chiederà per av-
ventura taluno, se oltre i raggi riflessi, ed i refratti o regolarmente, o
irregolarmente, e quelli, che dal diritto cammino non si torcono, ce ne
siano degli altri, che per un viaggio contrario si ripieghino al rovescio, e
si dilunghino dalla perpendicolare. Io confesso, che su questo punto non
ho sperienza, che mi tolga ogni dubbietà, e sospendendo il giudizio dico,
che se alcuni lucidi corpiciuoli, conforme è credibile, in tal guisa devia-
no, essi sono molto rari, e dal senso della vista mal si distinguono.

Sin qui la cosa ottimamente procede, e colle premesse riflessioni pos-
siano facilmente spiegare tutte le addotte apparenze, senza rifuggire ai
principj oltre modo remoti delle attrazioni, o apertamente irragionevoli,
in supponendò, che il corpo trasparente tanto meno resista, quanto è più
denso, e tenace. Avvegnachè i raggi, nel patire la refrazione in passando
da un mezzo tenue ad uno più consistente, verso la perpendicolare per la
maggior parte s'inflettono, e nell'uscire dal denso al raro, proporziona-

349
tamente giusto l'opposta direzione si piegano; possiamo con verisimiglianza inferire, che gli atomi luminosi sieno per lo più forniti di figure assai regolari, che alla sferica si accostano: ma nel tempo stesso convien dire, che non sieno tutti stati messi dalla Natura ad un tornio, e che dalla irregolarità di moltissimi d'essi nasca, oltre l'angolo di dispergimento, anche la proprietà di parecchie particelle lucide, che urtando obliquamente nella superficie del diafano, per linea retta, senza torcersi da un canto, o dall'altro, il loro viaggio continuano.

XIII.

A bella posta ho recato un esempio fra tutti il più opportuno, siccome dedotto da una semplicissima posizione, la quale si appoggia ad una perfettissima analogia; ad unico oggetto di far toccar con mano, quanto poco abbiamo a fidarci delle ipotesi anco più manifeste, e più ragionevoli. E vaglia il vero, alcuni solidi trasparenti (atteso che ne' fluidi non si è per anco scoperta la seguente mirabile proprietà) ci ammoniscono, che la luce nell'aprirsi a traverso d'essi il passaggio (e cotali sono il cristallo di monte, e specialmente quello d'Islanda formato a strati) a doppia sorta di refrazione soggiace: una usitata e comune, accompagnata dalle solite anomalie, di cui ho fatto parola: l'altra straordinaria, ed inusitata, che da leggi differentissime piglia norma, delle quali preso l'Ughenio, ed il Newton abbiamo la notizia. Per la qual cosa oltre l'azione del lume, e la reazione del mezzo dipendente dalla massa, e dalla viscosità, oltre le varie figure, direzioni, e posture de' lucidi corpicciuoli, ne' diafani testè nominati si rinviene una certa sconosciuta particolarità, di cui non so render conto, per la quale ogni raggio nell'atto di penetrare i predetti solidi, in due principali si spezza, che procedendo per differenti strade, producono una duplicata refrazione. E qui non si può ricorrere ai premessi principj per esplicare il fenomeno, e chi lavorando una ipotesi a fior d'ingegno tenterà di scoprirne il vero meccanismo, metterà fuori delle curiosità, e strane immaginazioni: tanto è vero, che bene spesso la Natura assai più sagace della nostra mente si prende, per così dire, piacere di farci stare in due piedi, senza che sappiamo da qual lato rivolgerci, per tener dietro alle strade da lei battute.

XIV.

X Un gran sostegno delle ipotesi per la maggior parte vacillanti sarebbe il metodo della esclusione, se potesse spesso venire in ajuto, e con esse frequentemente accoppiarsi. Egli è d'uopo, stabilita prima la nostra supposizione, intorno cui non abbiamo, se non se probabili indizj, andar in traccia di tutte le altre possibili, senza ometterne alcuna, e poscia escluderle ad una ad una con ragioni dimostrative; così che si venga a toccar
con

con mano, che la cosa non può essere altrimenti (a). Di ciò ragionerò in occasione più opportuna, ed in tanto io noto, che nella filosofia Storia mi si parano innanzi pochissimi esempi, ne quali siasi adoperato con buon successo questo metodo del pari difficile, e pericoloso.

Fine del Tomo Secondo.

(a) In questo luogo promette di fare un capitolo a parte del metodo della esclusione, che sarebbe da lui stato illustrato con qualche esempio. Ma egli o non l'ha composto, o s'è smarrito, non essendosi ritrovato tra le sue Scritture.

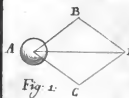


Fig. 1.

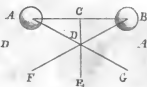


Fig. 2.

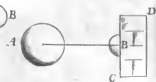


Fig. 3.

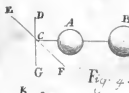


Fig. 4.



Fig. 5.

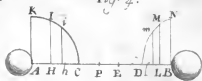


Fig. 6.

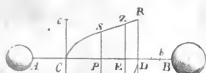


Fig. 7.

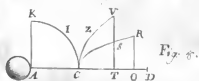


Fig. 8.

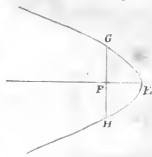
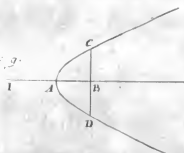
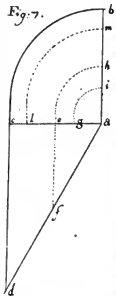
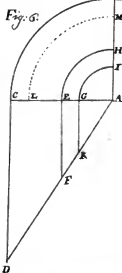
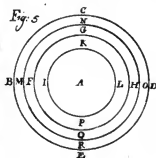
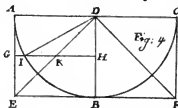
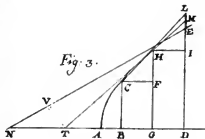
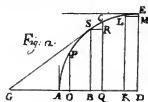
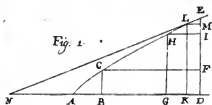


Fig. 9.





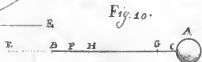
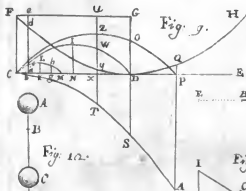


Fig. 12.

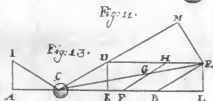


Fig. 14.

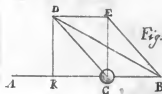


Fig. 15.

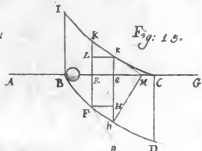


Fig. 16.

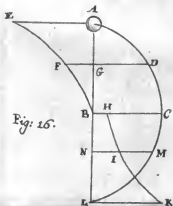
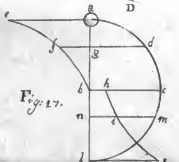


Fig. 17.



THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

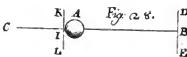
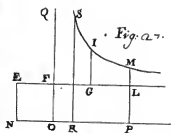
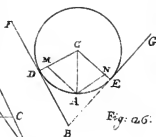
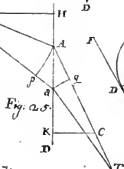
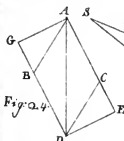
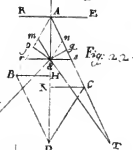
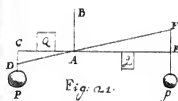
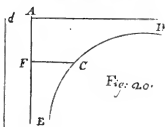
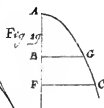
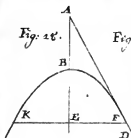




Fig. 29.

Fig. 30.

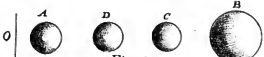


Fig. 32.

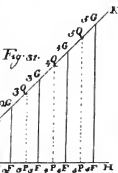


Fig. 31.

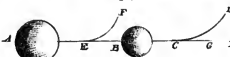


Fig. 33.

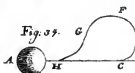


Fig. 34.

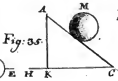


Fig. 35.

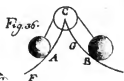


Fig. 36.

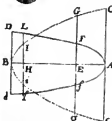


Fig. 37.

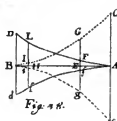


Fig. 38.

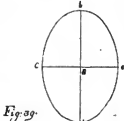


Fig. 39.

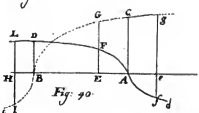


Fig. 40.

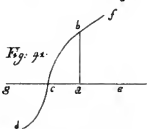


Fig. 41.

